

## Hög fyllnadsgrad i timmerlagret – En fallstudie av Holmen Timbers sågverk i Braviken

*High filling degree in the timber yard – A case study  
of Holmen Timber's sawmill in Braviken*



Richard Bexell



**Sveriges lantbruksuniversitet**  
*Fakulteten för skogsvetenskap*

**Institutionen för skogens produkter, Uppsala**

**Hög fyllnadsgrad i timmerlagret – En fallstudie  
av Holmen Timbers sågverk i Braviken**

*High filling degree in the timber yard – A case study  
of Holmen Timber's sawmill in Braviken*

**Richard Bexell**

**Nyckelord:** Timmerhantering, Timmerplan, Sågverk

---

*Examensarbete, 30 hp      Avancerad nivå i ämnet företagsekonomi (EX0647)*  
*Jägmästarprogrammet 06/11*

*Handledare SLU: Anders Roos*  
*Examinator SLU: Torbjörn Elowson*

## Sammanfattning

Holmen Timber har byggt ett nytt sågverk i Braviken, utanför Norrköping. Målsättningen är att såga 1 100 000 m<sup>3</sup> fub per år, i sågad form 550 000 m<sup>3</sup> SV (SV=sågad vara), till år 2013. För att utvärdera olika timmerplanslösningar har simuleringsverktyget Simsaw utvecklats. Med hjälp av programmet kan timmerflödet av ankommande timmer fram till sågen simuleras och dess effekter utvärderas.

Syftet med studien är att analysera utfallet av olika timmerplanskonstruktioner, där vältors antal och längder förändras för att hitta en lösning som skapar en hög fyllnadsgrad av timmerlagret. Vilket i sin tur kan skapa ett bra underlag för sågen att såga långa sågserier med få ompostningar som positiv följd. Även timmerplanslayouter där investeringar i vältstopp och utbyggnad av timmerplanen finns simulerade, samt Paybackberäkningar för dessa investeringar.

Resultaten tyder på att en mix av långa och korta vältor är att föredra framför bara en längd, när maximal volym ska lagras på timmerplanen. Ytterligare lagringskapacitet går att uppnå genom att kategorisera timmerplanen i områden. Längden av stockarna avgör i vilket område de placeras i. Ett område blir enbart för stockar som är 4,59 m och kortare och det andra området för stockar av längre mått. Därmed går det att skapa vältplatser med mindre bredd, som leder till att det totalt sett går att konstruera fler vältor på hela timmerplanen.

Den ekonomiska investeringskalkylen visar att en investering i utbyggnad av timmerplanen, jämfört med att köpa vältstopp till alla vältor, ger den kortaste återbetalningstiden.

**Nyckelord:** *Timmerhantering, Timmerplan, Sågverk.*

## Abstract

Holmen Timber has built a new sawmill situated in Braviken, just outside Norrköping. The aim is to process 1 100 000 m<sup>3</sup> of timber each year. To evaluate different solutions of the timber yard a program for simulating the flow of timber has been developed. The program will simulate the flow of timber from the arrival to the sawing process.

The purpose of the study is to analyze different combinations of the piles length and to find a solution that enables a high volume of timber to be stored at the timber yard. The reason for having a great amount of timber in the timber yard is to get bigger batches of timber groups, and that will minimize the number of times that Holmen Timber has to change between timber groups in the sawing process. Furthermore, investments in a larger timber yard and walls that removes the slope at one end of the piles can be built, to ensure a higher volume in each pile, can be built. The study will analyze the investments, using the Payback method.

The result of the study as shown, that a mix of short and long piles together is the best solution to store the most volume of timber at the timber yard. Even more stored volume in the timber yard can be reached if the piles are categorized to timber of specific length.

The Payback method is indicating that the building of a larger timber yard is the one investment with the shortest payback time, compared to build walls to all the piles.

**Keywords:** *Handle of timber, Timber yard, Saw mill.*

## Förord

Med detta examensarbete avslutar jag mina studier på Jägmästarprogrammet med inriktning mot skogsindustriell ekonomi vid Sveriges lantbruksuniversitet. Arbetet har gjorts på Holmen Timbers sågverk i Braviken under våren 2011.

Först vill jag tacka Torbjörn Edman, på Holmen Skog, som tog sig tid att undersöka möjligheten att göra examensarbetet för Holmen Timbers räkning. Riktar även ett tack till Holmen Timber och speciellt Mats Grindestam och Gustav Ståhl på sågverket i Braviken. Gustav var dessutom min hjälpsamma handledare på företaget.

Ett stort tack förtjänar Anders Roos på institutionen skogens produkter, som har handlett mig från start till färdig version.

Uppsala, maj 2011

*Richard Bexell*

# Innehållsförteckning

## Sammanfattning

## Abstract

## Förord

## Innehållsförteckning.....4

## Inledning .....6

Syfte .....7

Studiens avgränsningar.....7

Disposition .....8

*Teori*.....8

*Metodik* .....8

*Resultat* .....8

*Diskussion*.....8

## Företagspresentation .....9

Teknisk specifikation av Holmen Timbers sågverk i Braviken .....9

*Sågintag* .....9

*Såglinje* .....10

*Råsorteringen*.....10

*Torkar* .....10

*Hyvleri* .....10

*Emballering*.....10

Timmerflödet i Braviken .....10

Bravikens timmerplan .....10

## Teori .....12

Logistisk effektivitet.....12

*Kundservice*.....12

*Kostnader*.....13

*Kapitalbindning* .....13

*Flexibilitet*.....13

*Tid*.....13

*Miljö*.....14

Logistik och lönsamhet .....14

*DuPontmodellen* .....14

*Lönsamhetsdiagram*.....15

Investeringsmodellen Payback .....16

Utformning av lager .....16

*Hög fyllnadsgrad* .....16

*Minimering av transportarbete*.....16

*Lätt att hitta och att komma åt*.....16

*Stratifiering av artiklar – ABC-metoden*.....16

SCM, Supply Chain Management .....17

*Supply Chain management, SCM*.....17

<i>Processer</i> .....	17
Teoriernas koppling till den aktuella studien .....	17
<i>Logistik</i> .....	18
<i>Supply Chain Management</i> .....	18
<b>Metodik</b> .....	<b>19</b>
Simuleringsmetodik .....	19
<i>Simulering</i> .....	19
<i>Inställningar i Simsaw</i> .....	19
<i>Simuleringssekvensen av timmerflödet i den aktuella fallstudien</i> .....	20
Undersökta resultatsparametrar .....	20
Systematik för timmerplanslayouter.....	21
<i>Grundutförandet</i> .....	21
<i>Timmerplanslayouter med vridna vältor</i> .....	22
<i>Timmerplanslayouter efter timmerlängd - med vridna vältor</i> .....	24
Layoutkodernas betydelse .....	25
Metodik för vältkategorisering .....	26
<i>Urval för vältkategorisering mellan grundlayouterna</i> .....	27
Metodik för investeringsmetoden Payback .....	27
Metodik för ABC-analys .....	27
Metodik för resultatredovisning .....	27
<b>Resultat</b> .....	<b>28</b>
Resultat - Payback .....	32
Resultat – Vältkategorisering .....	32
<i>Vältkategorisering på layouter med ett område av vridna vältor</i> .....	32
<i>Vältkategorisering av de bästa från sidoarea*fyllnadsgrad</i> .....	35
<i>Vältkategorisering av de två största klasserna</i> .....	38
ABC-analys .....	40
<b>Diskussion</b> .....	<b>42</b>
Huvudresultat .....	42
<i>Vältkategorisering</i> .....	42
<i>Betydelsen av utbyggnad och vältstopp</i> .....	42
Teorikoppling .....	43
Rekommendationer .....	43
Begränsningar och framtida studier.....	45
<b>Referenser</b> .....	<b>46</b>
<b>Bilagor</b> .....	<b>47</b>

# Inledning

## Bakgrund

Augusti 2009 inledde Holmen Timber byggandet av det som skulle bli det största sågverket i Skandinavien, under januari 2011 kunde produktion i den nya anläggningen startas (Holmen Timber, 2011a). Platsen för bygget blev Braviken, strax utanför Norrköping. Där Holmens koncern sedan tidigare har ett bruk som tillverkar tidningspapper och journalpapper. Uppförandet av sågverket intill det befintliga bruket gjorde att det uppstod ett så kallat biokombinat, med positiva synergieffekter som följd. T.ex. finns det uppbyggd infrastruktur, gemensam enhet för uppvärmning och restprodukter från sågverket kan tas tillvara av bruket. (Holmen Timber, 2011c)

Det uttalade produktionsmålet är 550 000 m<sup>3</sup>SV per år, som kommer nås i januari 2013. Räknat i stockar blir siffran ca 5 miljoner per år. I dag, 5 maj 2011, sågas det ca 300 000 m<sup>3</sup>SV. Det långsiktiga produktionsmålet är 750 000 m<sup>3</sup>SV (Ståhl, 2011). Slutsatsen blir att det handlar om stora volymer, antagligen större än vad något sågverk i Sverige tidigare hanterat. Tanken med ett sågverk av den storleken är att dra nytta av de skalfördelar som medföljer och på så sätt få låga styckkostnader. Vidare innebär det också att relativt stora volymer per tidsenhet går genom sågen. Skulle det av någon anledning uppstå flaskhalsar, felplaneringar eller dylikt, kan följden bli ett stort produktionsbortfall per tidsenhet. Det är alltid viktigt att produktion och flöden styrs på bästa sätt, men för Holmen Timbers del om möjligen ännu viktigare med tanke på de stora volymerna.

En av flera verksamheter i ett sågverk är timmerhanteringen som ligger före sågbordet. Timmerstockarna ankommer anläggningen och mäts in av virkesmätarna varefter de kan delas in i förutbestämda klasser efter diameter och längd. Klasserna sorteras och placeras i vältor, som är utvalda för specifik klass. Vid stora volymer, som i detta fall överstiger en miljon kubikmeter fast under bark (fub), krävs en stor yta att placera de nödvändiga vältorna på. Dessutom skiljer sig ofta volymerna för de olika sorteringsklasserna. Detta betyder att de är i olika behov av utrymme på timmerplanen. När dessutom timmerkurvan och sågordningen inte är konstanta över tiden, läggs ytterligare en dimension till problemet.

Målet för timmerlagret är att vara av tillräcklig storlek och utformat så att hög fyllnadsgrad uppnås, för att sågen i sin tur ska kunna matas med de volymer som krävs för att nå upp till det övergripande produktionsmålet på 550 000 m<sup>3</sup> sågad vara, samt att minimera stopptidskostanderna i sågen. I detta arbete beräknas fyllnadsgraden till hur stor procent som det tillgängliga vältutrymmet är fyllt med timmer. En ytterligare anledning till ett välfyllt lager är att uppnå stora "batcher" och därmed minimera tidskrävande och kostsamma ompostningar.

I det aktuella fallet är timmerplanen byggd och måtten satta. Det främsta verktyget för att utnyttja ytan på bästa sätt är att hitta en optimal mix av vältors storlek och antal som passar de rådande förutsättningarna.

För att studera sågverkets situation är Holmen Timbers önskemål att det simuleras i det för uppgiften framtagna programmet, Simsaw. Simuleringsverktyget ska på ett verklighetstroget sätt efterlikna flödet av ankommande timmer, genom alla delmoment, fram till genomsågning. Genom att flödet av timmer in till sågverket och sågordningen hålls fast kommer timmerplanens begränsningar och möjligheter utforskas.



## Tidigare studier

I floran av litteratur kring produktion och flöden i sågverk inriktar sig de flesta studierna på andra områden än timmerhanteringen på timmerplanen. Men dessa går att finna, till exempel genomfördes ett projekt vid TräCentrum Norr. Där flödet från timmerfacken utmed timmerbanan, till sågbordet studerades. Målet var att minimera truckarnas transportsträcka på timmerplanen, utan risk för att inte hinna leverera timret till sågbordet. Resultaten från den studien pekar på tydliga möjligheter att minska transportsträckan och därmed ge ekonomiska och miljömässiga vinster som följd (Lundahl, 2009). Ytterligare uppslag från litteraturen hittas från Lindgren (2009), där undersökningen syftade till att utreda införandet av GPS Timber i truckarna. Slutsatsen var att truckförarnas arbete av timmer har underlättats av den nya tekniken. Även Lindgrens resultat visar på minskade transportsträckor för truckarna med en förändring av klassernas välttilldelning. I likhet med Lindgren (2009) har också Wänstedt (2006) upptäckt fördelarna med att planera timmerplanens layout efter storleken på timmerklasserna och placera de stora klasserna närmast sågen. Studierna pekar på att den logistiska planeringen har effekt på det slutgiltiga resultatet. Därför borde det också vara en viktig fråga för Holmen Timber att utreda flödet av timmer in till sågbordet och hur logistiken ska struktureras. I fallen ovan studerades en produktionstakt i realtid. För Holmen Timbers del finns ännu inte den planerade produktionstakten i drift och jämfört med de övriga sågarna är också förutsättningarna och målen unika. Vilket gör att angreppssättet och frågeställningarna skiljer sig för detta arbete mot de ovan beskrivna.

## Syfte

Huvudsyftet med studien är att hitta en lösning av Holmen Timbers timmerplan i Braviken som kan skapa ett högt kapacitetsutnyttjande. Detta ska i sin tur leda till att sågen matas med stora volymer timmer som möjliggör långa sågserier och minskar antalet ompostningar.

I syftet ingår också att studera effekterna av:

- Varierande längd av vältor och därmed olika layouts.
- Med eller utan vältstopp.
- En utbyggnad av 15 m i djupled.
- Klasser tilldelas specifika vältor eller områden att läggas i.
- Vad olika timmerplanslösningar får för företagsekonomiska konsekvenser.

## Studiens avgränsningar

Arbetet har gjorts som en fallstudie vid Holmen Timbers sågverk i Braviken. Timmerplanen mellan timmerbanan och sågen simulerades och utvärderades med avseende på fyllnadsgraden i timmerlagret och resultaten från sågen. Indata är framtaget av Holmen Timber för att likna de förutsättningar som kommer råda när den årliga produktionen når 550 000 m<sup>3</sup>. Timret är uppdelat i 54 sågklasser, efter toppdiametrar mellan 135-420 mm och längder i modulerna 3,7 m, 4,3 m, 4,9 m, 5,5 m, 6,1 m. Flödet av inkommande timmer antogs vara 1600 stockar per timme och sorterades med en 100 % verkningsgrad, d.v.s. alla stockar gick dit de skulle. Sågklasserna och sågordning kan studeras närmare i medföljande bilagor. Noterbart är att timmerfacken utmed timmerbanan och truckarnas körsträckor inte simulerades i den aktuella fallstudien. Efter Holmen Timbers önskemål har simuleringsverktyget Simsaw använts för att ta fram de eftersökta resultaten.

## **Disposition**

### ***Företagspresentation***

Företagsintroduktionen ska ge läsaren en allmän inblick i Holmen Timbers verksamhet och i synnerhet delen i Braviken.

### ***Teori***

Kapitel beskriver den teoretiska grund som studien bygger på.

### ***Metodik***

Metodikkapitlet redogör hur simuleringarna har genomförts i Simsaw.

### ***Resultat***

Här redovisas resultaten från simuleringarna i Simsaw.

### ***Diskussion***

Kapitlet är en diskussion av studiens resultat, som leder in på teorikoppling samt rekommendationer till Holmen Timber.

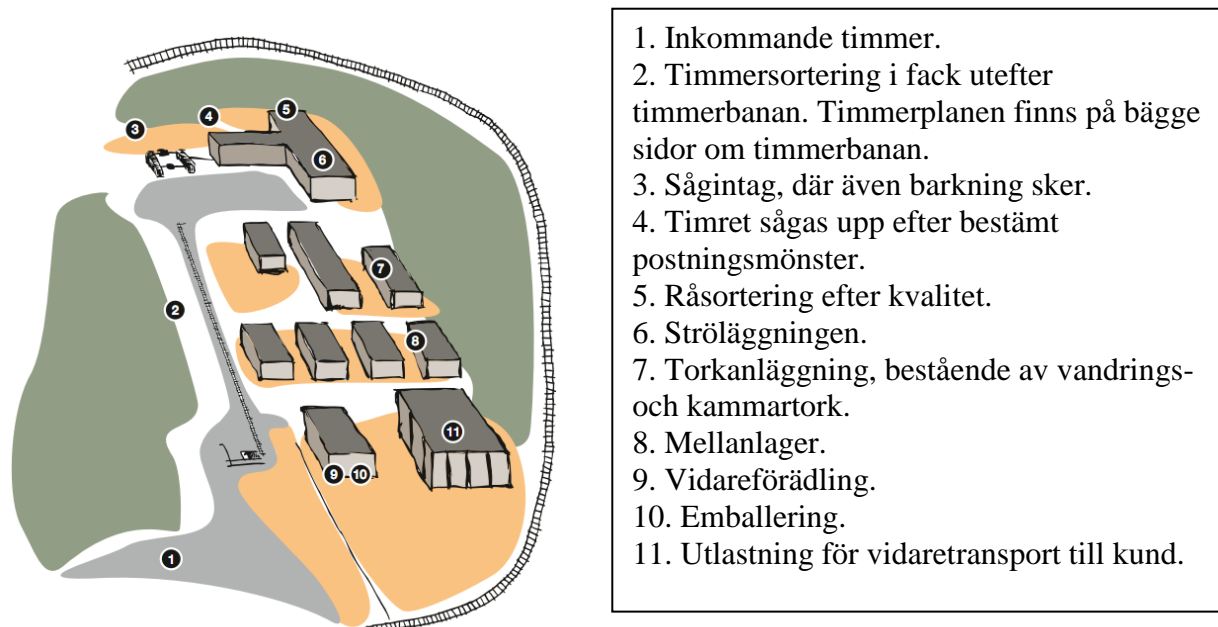
## Företagspresentation

Holmen Timber är en del av Holmens skogsindustrikoncern, som består av fem inriktningar, tryckpapper, kartong, trävaror, energi och skogsbruk med ett eget skogsinnehav.

Sedan tidigare har Holmen Timber ett sågverk i Iggesund som är inriktat på snickerivirke av furu, med en årlig kapacitet på 325 000 kubikmeter sågat (Holmen Timber, 2011b).

Sågverket i Braviken kompletterar sågverket i Iggesund, som inriktas på fura, genom att tillverka konstruktionsvirke av gran. Sågverket ligger geografiskt bra i flera avseenden. Dels som tidigare nämnts ger närheten till pappersbruket samdriftsfördelar, samt att uttransport av den färdiga produkten kan ske med lastbil, båt och tåg. Huvudmarknaden för produkterna kommer vara Skandinavien och Storbritannien, men övriga Europa, Japan och USA är också intressanta marknader (Holmen Timber, 2011c).

Figur 1 visar en översikt av sågen i Braviken. Timret följer den numeriska ordningen.



Figur 1. Situationskarta över såg i Braviken (Holmen Timber, 2011d).

### Teknisk specifikation av Holmen Timbers sågverk i Braviken

#### *Timmersorteringen*

Timret mäts in i en 3D-ram (Ståhl, 2011) och sorters i de 100 fack som finns utmed den 440 meter långa timmerbanan (Holmen Timber, 2011e).

#### *Sågintag*

Två maskiner för barkning av märket Valon Kone. 40 stockar per minut matas in till såglinjen (Holmen Timber, 2011e).

### ***Såglinje***

Linck har levererat profileringssåglinjen. Momenten i såglinjen är, planreducering, profilering och sönderdelning i klingsågar. Matningshastigheten är 170 meter per minut (Holmen Timber, 2011e).

### ***Råsorteringen***

Renholmen har tillverkat sjunkfack för sidobräder och planfack för centrumvirke. Kapaciteten ligger på 200 bitar per minut och linje. Den finska tillverkaren Lisker står för den automatiska kameran sorteringen av sidobräder (Holmen Timber, 2011e).

### ***Torkar***

Det finns totalt fem vandringsstorkar och tre kammartorkar. Torkarna har en kapacitet på 550 000 kubikmeter (Holmen Timber, 2011e).

### ***Hyvleri***

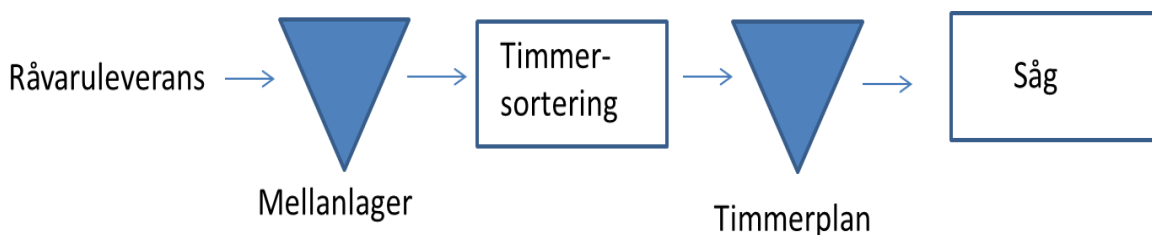
Hyveln från WACO har nio spindlar och når en matningshastighet på 800 meter per minut. Automatisk kameran sortering sker med utrustning från Lisker. Även hållfastigheten testas i detta steg (Holmen Timber, 2011e).

### ***Emballering***

Emballeringsdelen utgörs av virkespressar, bandningsstationer samt emballagutläggare (Holmen Timber, 2011e).

## **Timmerflödet i Braviken**

Figur 2 illustrerar flödet av timmer, från ankomsten till anläggningen och fram till sågen. Pilarna beskriver förflyttning av timmer. Triangelarna står för någon form av lagring och rektanglarna markerar en process.



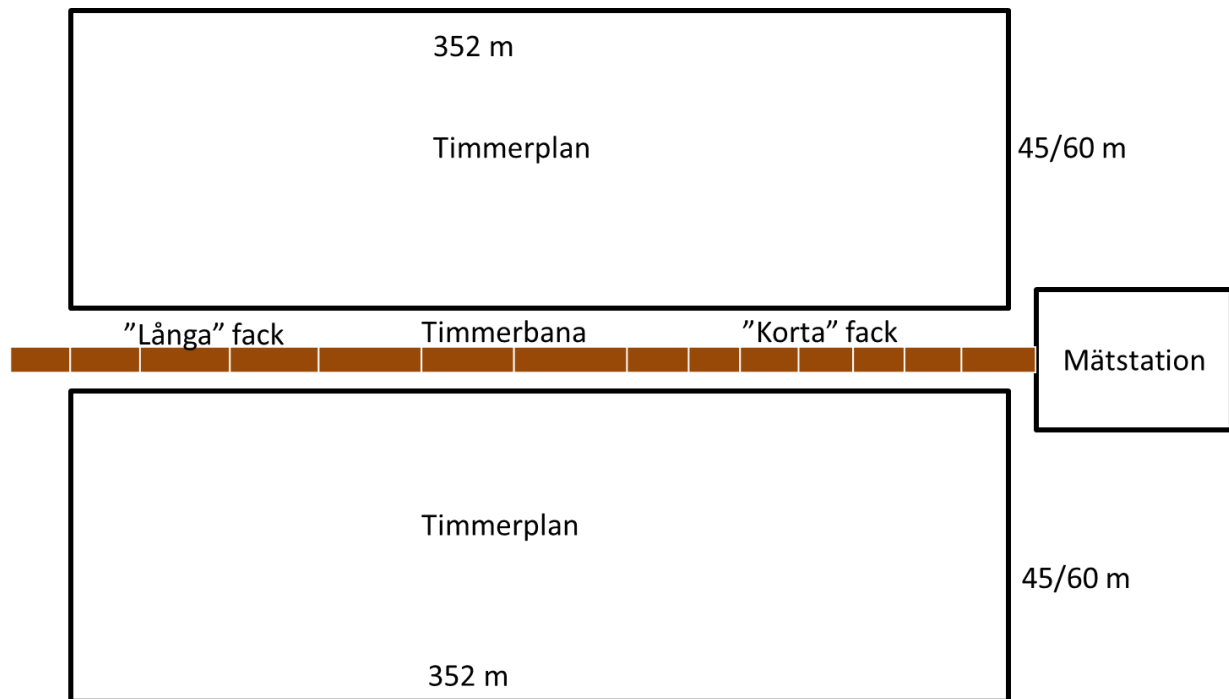
Figur 2. Flödet av timmer i Braviken, från leverans till såglinjen.

Figur 2 visar en överskådlig bild över timrets väg från inkommande leverans fram till sågen. Timmer levereras till sågverket med lastbil. Dock finns möjligheten att timret kan komma till Norrköping med båt- eller tågtransport. Lastbilarna eller truckarna lossar timret i det första lagret som kallas mellanlager i flödesschemat. Nästa steg är inmätning och sortering där varje stock mäts och indelas i en specifik klass. Timret hamnar därefter i olika vältor på timmerplanen i väntan på vidaretransport till sågen.

### **Bravikens timmerplan**

Figur 3 illustrerar i detalj delarna "Timmersortering" och "Timmerplan" från Figur 2. I kartskissen åskådliggörs att det finns två identiska timmerplanshalvor, 45 m \* 352 m, timmerplansytorna kan byggas ut från 45 till 60 meter i djupled. I mätstationen mäts timret in och delas upp i någon av de 54 sorteringsklasserna. Stockarna faller sedan ut i något av de 100

olika timmerfacken, varefter de plockas av en truck och läggs i en välta. De fyra första facken efter mästationen är 9 meter långa och fack 5 till 24 är 4,6 meter långa. Resten av facken är 6,4 meter. Vilket betyder att fack 5 till 24 endast kan ta emot timmerlängder upp till 4,59 meter. Möjligheten finns att skjuta ihop "långa" fack för att sortera de korta timmerlängderna, dock går det inte skjuta isär de "korta", pga av facken sitter vägg i vägg (Ståhl, 2011).



Figur 3. Översikt av de två timmerplanshalvorna, samt mätstationen följt av timmerbanan. Dagens timmerplan (2011-05-23) är 45 m i djupled, men möjligheten finns att bygga ut med 15 m till 60 m. Ritningen är inte skalenlig.

# Teori

## Logistik

Ett syfte med arbetet är att studera hur vältorna på timmerplanen kan konstrueras och vilka vältor de olika sorteringsklasserna ska tilldelas. Därför kan studiens problem formuleras som ett logistikproblem, där även lagerproblematiken ingår.

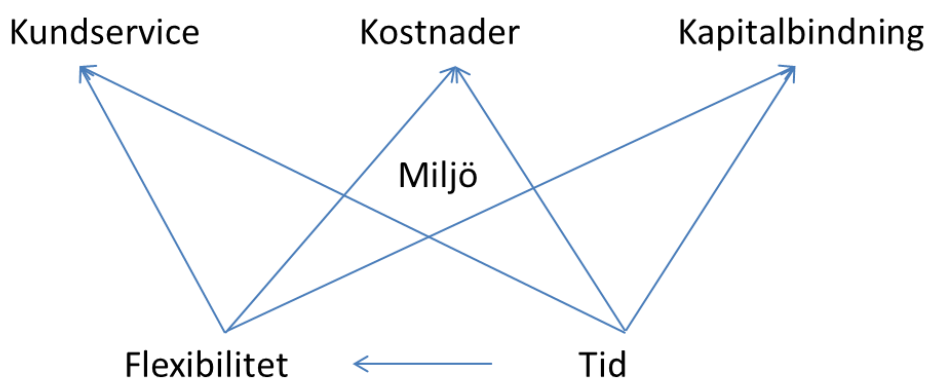
Utifrån tidigare definitioner inom logistikområdet definieras ett logistiksystem på följande sätt (Lumsden, 2006):

*”Logistik omfattar förflyttning av människor och materiel. Den består av de aktiviteter som har att göra med att styra rätt artikel eller individ, i rätt skick, till rätt plats, vid rätt tidpunkt och till rätt kostnad. Den syftar till att tillfredsställa samtliga intressenters behov och önskemål med betoning på kund. Logistik består av planering, organisering, och styrning av alla aktiviteter i flödet av material, resurser, finansiella tillgångar, information och returflöden. I begreppet innefattas såväl operativt ansvar som ingår administration, drift och upphandling som konstruktivt ansvar samt uppbyggnad såväl som detaljutformning”.*

Definitionen ovan syftar till att beskriva hela förädlingskedjans logistiksystem, från råvara till slutlig konsument. Eftersom enskilda företag inte lever i en sluten världen, utan påverkan från andra aktörer, krävs hänsyn till det som händer uppströms och nedströms i kedjan. Det går dock att studera ett specifikt företag och dess logistik. I det enskilda företaget blir delarna i logistiksystemet materialförsörjning, produktion och distribution (Jonsson & Mattsson, 2005).

## Logistisk effektivitet

Målsättningen med logistiken är att effektivisera verksamheten i företaget. Med hjälp av effektivitetsvariablerna i Figur 4 kan logistiken brytas ner i enskilda delar och studeras närmare. Variablerna kan stå i kontrast till varandra, varför det är viktigt att ha den övergripande målsättningen klar och prioritera därefter. T.ex. kan ett större lager öka kundservicen men kapitalbindningen ökar också. (Jonsson & Mattsson, 2005).



Figur 4. Logistikrelaterade effektivitetsvariabler i ett företag (Jonsson & Mattsson, 2005).

### Kundservice

Kundservice är ett sätt att påverka ett företags intäkter. Att kunna leverera rätt sak i rätt tid påverkar relationen mellan leverantör och kund. Lagernivån av färdigvarulagret är ett sätt att styra servicenivån på. Ett stort lager av tillgängliga färdigvaror kan därmed levereras

omgående till kund. Ett aktivt informationsutbyte mellan parterna tillför också positiva effekter, då parterna kan undvika planeringsmissar (Jonsson & Mattsson, 2005)

### ***Kostnader***

Ett antal kostnadsposter kan härledas till ett logistiksystem. Lagring, den fysiska hantering och förflyttning påverkar kostnaderna för material, drift, personal och avskrivningar. För att styra och planera de fysiska flödena uppkommer administrativa kostnader för personal och informationssystem. I logistiksystemet kan det uppstå brist eller förseningar av den tänkta leveransen, det kommer leda till ökade kostnader. För att undvika brister i systemet kan t.ex. ett större lager vara lösningen (Jonsson & Mattsson, 2005).

### ***Kapitalbindning***

I ett företag finns det två typer av tillgångar, anläggningstillgångar och omsättningstillgångar. Vid investering i dessa binds kapital upp, vilket kommer påverka företagets betalningsförmåga och kassaflöde. Det bundna kapitalet ska dessutom kunna utvärderas mot en alternativ investering eller avkastningen på ett bankkonto (Jonsson & Mattsson, 2005).

Anläggningstillgångarna kan i sin tur delas upp i immateriella, materiella, och finansiella tillgångar. Immateriella tillgångar är t.ex. licenser, varumärke och patent. Materiella tillgångar avser t.ex. byggnader och mark samt tekniska anläggningar. Exempel på finansiella tillgångar är bankkonton och aktieposter (Tomasson, 2008). De stadigvarande anläggningstillgångarna ska ha ett högt kapacitetsutnyttjande för att få så låga styckkostnader per produkt som möjligt (Jonsson & Mattsson, 2005).

Omsättningstillgångar är sådana tillgångar som omsätts i lager, produktion och distribution. Kapitalbindningen är direkt kopplad till kassaflödet i och med att likvida medel har ersatts av t.ex. ett lager. Försenade leveranser orsakade av logistiksystemet medför också försenade inbetalningar. För att minska kapitalbindningen blir fungerande logistik en viktig del i ett företag (Jonsson & Mattsson, 2005).

### ***Flexibilitet***

Flexibilitetsvariabeln härleds till leveransflexibilitet, produktmixflexibilitet och volymflexibilitet. Leveransflexibilitet mäts i hur väl företaget kan anpassa leveranser, bland annat i avseende på tiden av en leverans, omställningstider och seriestorlekar i produktionen. Produktflexibilitet är förmågan att anpassa sin produktion och materialförsörjning till ändrade efterfrågebilder av det befintliga produktutbudet. Sista punkten är företagets skicklighet ställa att om sin förädlingskedja efter varierande efterfråga av volym, t.ex. lagerstorlek, genomloppstider och seriestorlekar påverkar denna duglighet (Jonsson & Mattsson, 2005).

### ***Tid***

Tidsaspekten är av stor vikt i ett logistiksystem. Alla de ovan uppräknade variablerna påverkas av tiden. Alla delarna i förädlingskedjan måste vara effektiva för att hela logistiksystemet ska fungera optimalt. Korta genomloppstider medför t.ex. högre utnyttjandegrad och möjlighet att vara mer flexibelt. Kortare leveranser till kund kan även ses som ett konkurrensmedel. Också kapitalbindningen ökar när det tar lång tid att genomströmma logistiksystemet. Det är alltså av stor betydelse att den interna logistiken fungerar effektivt, samtidigt som hela förädlingskedjan arbetar gemensamt mot det kunden efterfrågar. Det sker om enheterna i kedjan kan på ett transparent sätt utbyta information med varandra, t.ex. av uppgifter rådande lagerstatus, prognoser och försäljningsstatistik (Jonsson & Mattsson, 2005).

## Miljö

De flesta delarna i ett logistiksystem påverkar miljön. Buller från anläggningar, utsläpp från truckar och förpackningar av produkter är exempel som har en effekt på miljön. För att minska miljöbelastningen bör logistiksystemet ha ett högt kapacitetsutnyttjande. Även alternativa logistiklösningar bör utvärderas för att minska belastningen på miljön, t.ex. frakt på tåg eller båt kontra lastbil (Jonsson & Mattsson, 2005).

## Logistik och lönsamhet

Alla företag har som målsättning att vara lönsamma och ha hög avkastning över tid på investerat kapital. Avkastningen på kapitalet uttrycks även som räntabilitet på totalt kapital. Följande formel visar hur det beräknas (Jonsson & Mattsson, 2005):

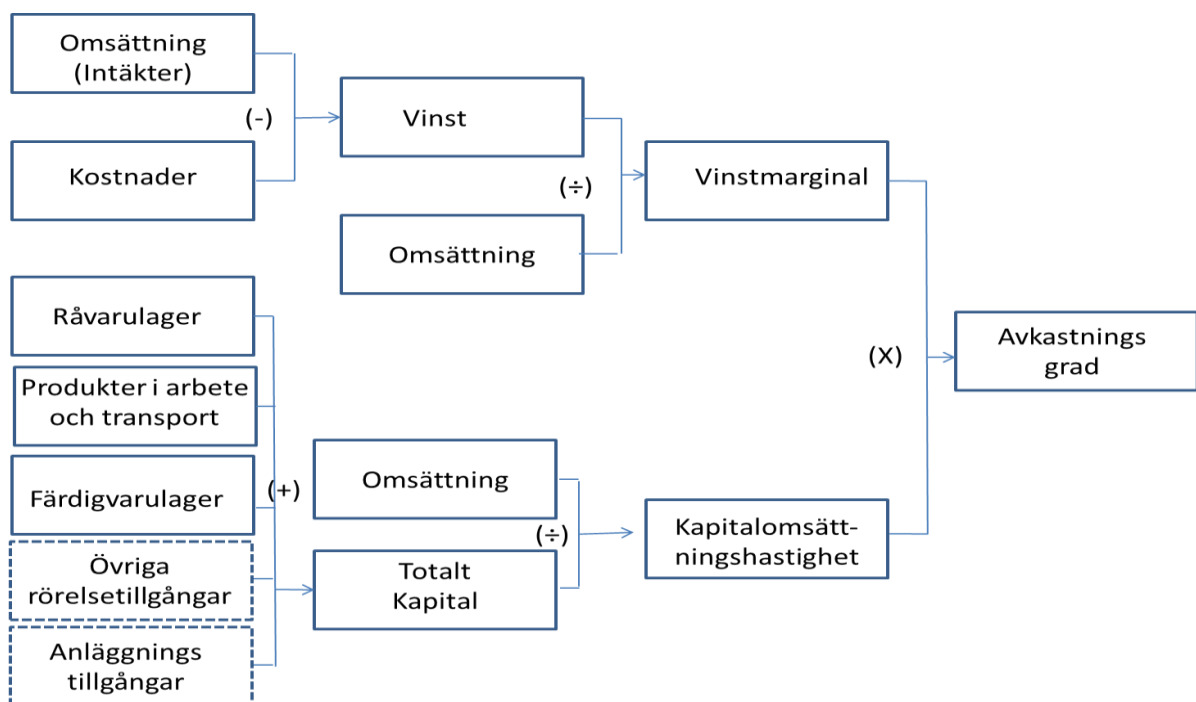
$$\text{Räntabilitet på totalt kapital} = \text{Vinst} / \text{Totalt Kapital} = (\text{Intäkter} - \text{Kostnader}) / \text{Totalt Kapital}$$

Ett utvidgat sätt att se det på är följande formel (Lumsden, 2006):

$$\text{Räntabilitet på totalt kapital} = (\text{Vinst} / \text{Omsättning}) * (\text{Omsättning} / \text{Kapital})$$

Högre lönsamhet kan nås på flera sätt, kostnader kan minska och intäkter kan öka. Dessutom innebär mindre bundet kapital att avkastningen stiger. T.ex. innebär ett mindre lager att kapital frigörs och om övriga parametrar är konstanta kommer följaktligen en ökad lönsamhet nås. Chopra & Meindl (2010) beskriver hur flödestiden på de insatsvaror som går genom produktionsprocessen kan förkortas och därmed uppnå ett mindre genomsnittslager som sänker det bundna kapitalet.

## DuPontmodellen

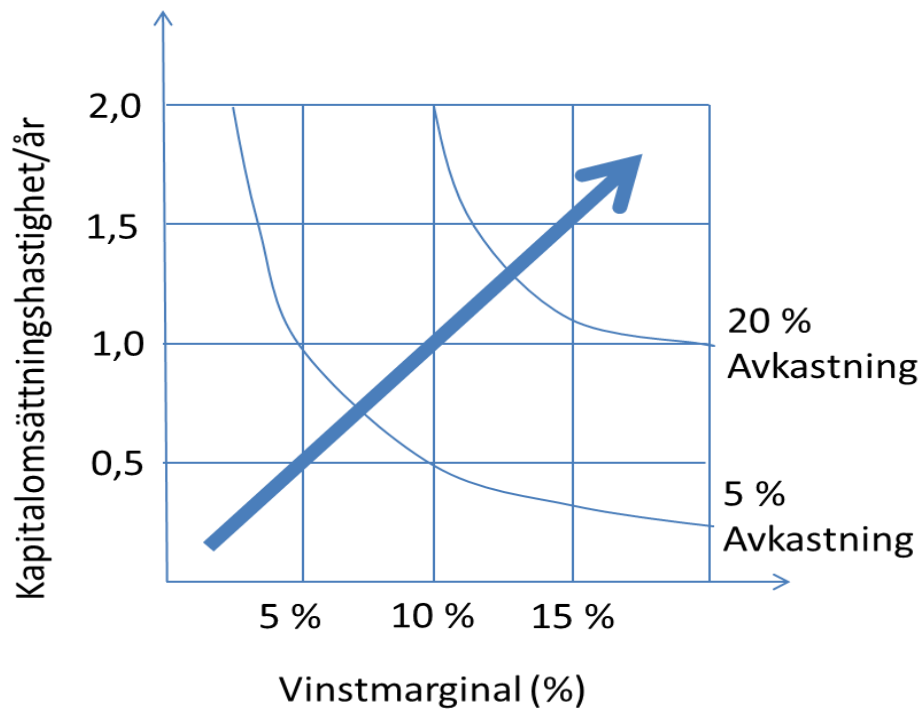


Figur 5. DuPontmodellen. Boxar med streckade linjer åsyftar tillgångar utan direkt logistikpåverkan (Jonsson & Mattsson, 2005).



DuPontmodellen, Figur 5, förtydligar hur de olika delarna i ett företag påverkar lönsamheten. Tanken är att alla på ett företag ska kunna se vad som händer med avkastningsgraden om en post förändras åt ena eller andra hållet. Modellen visar att avkastningsgraden ökar på två sätt, antingen om vinstmarginalen eller kapitalomsättningshastigheten blir större. T.ex. kommer kapitalomsättningshastigheten att öka om företaget lyckas höja kapaciteten på befintliga maskiner och således också en större avkastningsgrad. Vidare ger också mindre lager en högre kapitalomsättning (Jonsson & Mattsson, 2005).

### Lönsamhetsdiagram



Figur 6. Sambandet mellan vinstmarginal och kapitalomsättningshastighet. Pilens riktning visar på ökad lönsamhet. Avkastningen är produkten av vinstmarginalen och kapitalomsättningshastigheten (Jonsson & Mattsson, 2005).

Diagrammet i Figur 6 åskådliggör hur sambandet mellan avkastning och lönsamhet kan se ut i ett företag. Kurvorna visar hur samma avkastningsgrad kan variera mellan olika kombinationer av vinstmarginal och kapitalomsättningshastighet. Sambandet gör det möjligt för företag att med olika strategier nå samma avkastningskrav. T.ex. kan företag välja låga vinstmarginaler men med hög omsättning eller det motsatta och nå samma avkastningsgrad. Logistiken kommer att se annorlunda ut efter val av strategi. Väljs hög omsättning och låg avkastning kommer också större volymer att hanteras jämfört med det motsatta. Detta betyder att resurser för att klara av den hanteringen måste finnas. Är inriktningen låg omsättning och hög avkastning kan logistiken göras mer flexibel och snabb för att på den vägen öka värdet av produkten. Detta samband behandlas också av Chopra & Meindl (2010) i termer av effektivitet och responsivitet. De menar att höga lager, både råvarulager och färdigvarulager, ger ökad responsivitet då produktion kan startas omgående eller leverans av färdiga produkter kan ske så fort kunden beställer. Lager är kostsamt, men ett stort råvarulager ger underlag till stordrift och ökad effektivitet, som i sin tur håller nere kostnaderna.

## **Investeringsmodellen Payback**

Payback är det enklaste sättet att jämföra olika investeringsalternativ mellan varandra. Genom att beräkna de förändrade inbetalningarna efter en investering och sätta det i relation till vad investeringen kostade fås återbetalningstiden fram, eller paybacktiden. Metoden tar ingen hänsyn till att belopp vid olika tidpunkter har skilda värden. Därför görs ingen diskontering eller ränteberäkning. Endast förändringen i betalningsströmmarna beaktas. Den investering som återbetalar sig snabbast är enligt metoden bäst val. Metoden ska i grova drag välja det bästa investeringsalternativet. När väl en investering valts kan förfinade beräkningar göras (Andersson, 2006).

## **Utformning av lager**

*Hög fyllnadsgrad, minimering av transportarbete, lätt att hitta och komma åt och stratifiering av artiklar* är alla teorier om hur lagerhanteringen kan ske för att hög effektivitet ska nås.

### ***Hög fyllnadsgrad***

I det befintliga lagerutrymmet vill man uppnå så hög fyllnadsgrad som möjligt. Dock går det inte att nå till 100 %. Eftersom hantering av godset måste möjliggöras med t.ex. vägar för truckar (Lumsden, 2006).

### ***Minimering av transportarbete***

Godset i lagret ska placeras så att det passar in med arbetsordning. Vidare ska de artiklar som omsätts mest också ligga närmast processen för att undvika onödigt transportarbete (Lumsden, 2006).

### ***Lätt att hitta och att komma åt***

Artiklar placeras så att de inte medför omotiverat hanteringsarbete. T.ex. ska inte andra artiklar behöva flyttas för att komma åt tänkt objekt (Lumsden, 2006).

### ***Stratifiering av artiklar – ABC-metoden***

Vissa lager kräver stor arbetskaperitet andra omfattande informationsutbyte eller en kombination av de bägge, men allt har en kostnad. Det är därför lämpligt att välja en utformning av lagret som ger hög effektivitet. I enlighet med ABC-metoden kan artiklarna i lagret delas in utefter vald parameter, t.ex. volym, antal, volymvärde eller dylikt. De artiklar som värderas högst placeras i den del av lagret som anses mest lättåtkomligt. Om ABC-metoden ska vara tillämplig krävs att strukturen av artikelsortimentet är enligt 80-20 regeln, där 20 % av artiklarna står för 80 % av t.ex. volymen. Noterbart är att 80-20 regeln är ett riktmärke. Uppdelningen kan t.ex. struktureras i tre områden, A, B och C. Där område A är mest lättillgänglig, B mindre åtkomlig och C-delen minst tillgänglig. I A-området kan t.ex. 10 % av artiklarna som står för sammanlagt 60 % av volymen placeras, B-delen tilldelas 30 % av artiklarna som står för 30 % av volymen och i C-området placeras 60 % av artiklarna som står för 10 %. Andelarna är inte fastslagna, utan målet är att ge de högst värderade artiklarna de bästa platserna i lagret. Därmed minskar transportarbetet och artiklarna blir lättare att hitta och komma åt (Lumsden, 2006, Edlund et al., 2009). ABC-analysen ska inte förväxlas med *Activity Based Cost*, som är en helt annan teori. ABC är inte en förkortning av något, utan bör kopplas till den uppdelning som görs av lagret.

## **SCM, Supply Chain Management**

### ***Supply Chain***

En förädlingskedja har som målsättning att uppnå så stort värde för kunden till en så låg kostnad för hela kedjan som möjligt. Förädlingskedjans vinst är skillnaden mellan slutprodukts värde och de kostnader hela kedjan har haft. Alla delar som behövs för att kunden ska få sin slutprodukt ingår i förädlingskedjan, t.ex. producenter, distributörer, säljare och även kunderna (Chopra & Meindl, 2010).

### ***Supply Chain management, SCM***

Supply chain management är planeringen och kontrollen över flödet av pengar, produkter och information i hela förädlingskedjan, från råvara till slutkund (Chopra & Meindl, 2010).

### ***Processer***

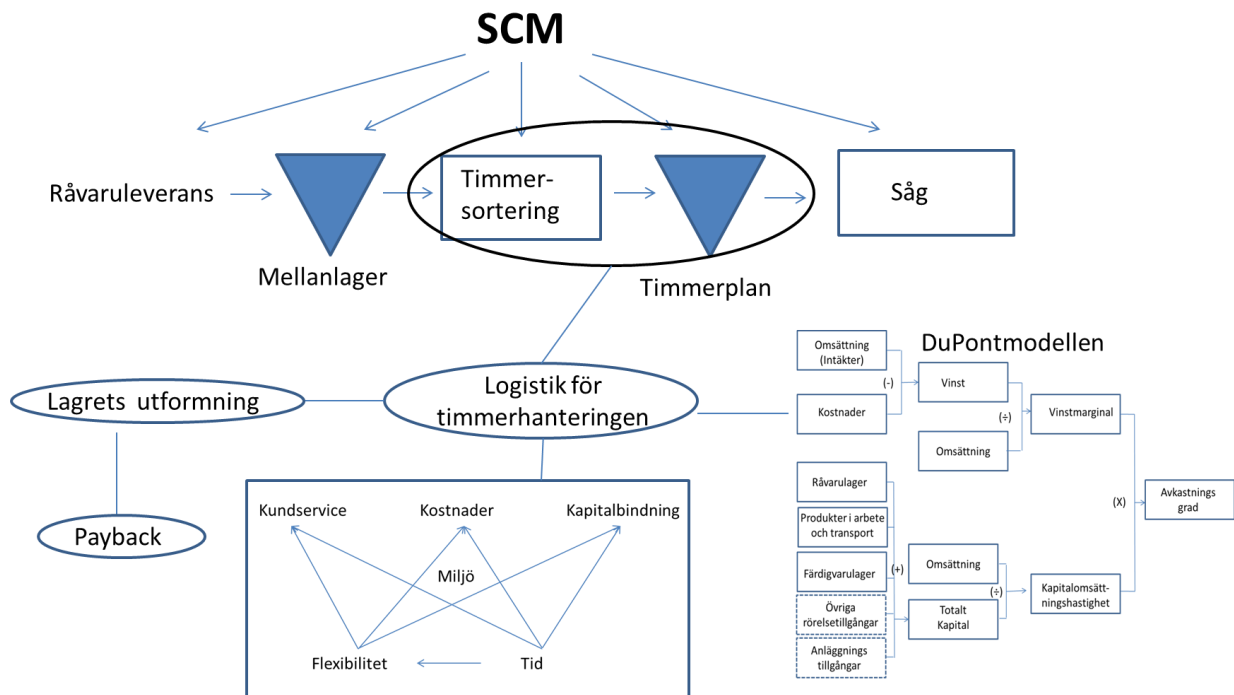
Från ett företags perspektiv finns det tre processer som beskriver det som sker i förädlingskedjan, så kallade makroprocesser (Chopra & Meindl, 2010).

1. Customer Relationship Management (CRM): alla aktiviteter som sker gentemot kunderna. T.ex. försäljning, hjälpcenter och marknadsföring.
2. Internal Supply Chain Management (ISCM): processer som sker inom företaget.
3. Supplier Relationship Management (SRM): alla de processer som uppstår mellan leverantörerna och företaget.

De tre makroprocesserna kontrollerar informationen, produkterna och pengarna som flödar i företaget för att tillgodose kundernas önskemål. CRM-processerna syftar till att ta emot beställningar från kunder och se till så de uppfylls. Hit hör aktiviteter som t.ex. prissättning, marknadsföring o försäljning. Processerna i ISCM sker för att uppfylla de kundbehov som CRM-processerna har skapat. Det ska ske inom rimlig tid och till en så låg kostnad som möjligt. Aktiviteterna är t.ex. produktion, lagerkapacitet och planering av efterfrågan. SRM-processerna styr och planerar råvaruförsörjningen till processerna i ISCM. Aktiviteterna kan vara förhandlingar med leverantörer, inköp av råvaror och val av leverantörer (Chopra & Meindl, 2010).

## **Teoriernas koppling till den aktuella studien**

I Figur 7 illustreras den teoretiska modellen och hur kopplingarna i huvudsak ser ut mellan varandra i studien. Modellen bygger på sågverkets timmerflöde och de inringade delarna, *timmersortering* och *timmerplan*, är arbetets stora fokus.



Figur 7. Studiens teoretiska modell. SCM står för den övergripande styrningen av timmerflödet där logistiken på timmerplan är det centrala. Till den är kopplingarna gjorda till Dupontmodellen, effektivitetsvariablerna och lagrets utformning. Paybackmetoden används för att utvärdera olika lagerutformningar.

## Logistik

Främsta syftet med detta arbete är att studera lagrets utformning, som i detta arbete kallas för timmerplanen. Målet är att finna en lösning som ger ett högt kapacitetsutnyttjande av lagerytan som i sin tur kan ge de önskade volymerna till sågen. I definitionen av logistik ligger stor vikt på att rätt sak görs på rätt sätt och därmed kunna skapa ett effektivt flöde av timmer.

Investeringsteorin Payback, tas med för att ett syfte med arbetet är att ge ett grovt underlag till huruvida en investering av timmerplanen är värd att göra i form av vältstopp och/eller en 15 meters utbyggnad.

Även rätt sak kan göras på fel sätt, varför teorier kring effektivitet och lönsamhet med fokus på logistiken tas med.

## Supply Chain Management

SCM anses i detta arbete vara den teori på vilket hela förädlingskedjan styrs utifrån. Det som studeras här berör den interna processen (ISCM) i Holmen Timbers sågverk i Braviken, vilket logistiken kring timmerplanen utgör en viktig del i.

# Metodik

## Fallstudie

Fallstudiemetoden lämpar sig väl för forskare som på egen hand studerar ett avgränsat problem under en begränsad tidsperiod. Det ger möjlighet att gå in på djupet av det specifika området. De vanligaste tillvägagångssätten är intervjuer och observationer, men fallstudier är inte begränsade till en viss metodik utan metoden väljs efter vad som för uppgiften är lämpligast (Bell, 2006). I detta fall används fallstudiemetoden på grund av det specifika problem vid Holmen Timbers sågverk i Braviken som ska analyseras och att det krävs en djup förståelse av de moment som kan kopplas till timmerhanteringen på timmerplanen.

## Simuleringsmetodik

### *Simsaw*

För uppgiften önskar Holmen Timber att simuleringsprogrammet Simsaw används. Simsaw är framtaget av Systeam Forest & Timber AB för att simulera Holmen Timbers sågverk i Braviken. Det klarar hantera flödet i timmersorteringen, sågningen samt råsorteringen. I arbetet används inte funktionen för råsortering. Simulering görs för att studera effekterna av de förändringar som görs på timmerplanen, i form av olika timmerplanslayouter och styrningen av timmerflödet till de olika vältorna.

### *Simulering*

Simuleringar är ett sätt att i datormiljö efterlikna, på ett så verklighetstroget sätt som möjligt, ett verkligt system när det faktiska systemet inte är tillgängligt (Nationalencyklopedin, 2011). I detta fall existerar ännu inte den produktion som ska studeras. Därför är simuleringsverktyget Simsaw till hjälp för att härma sågverkets timmerflöde.

### *Inställningar i Simsaw*

För att kunna utvärdera resultaten från olika timmerplanslösningar med varandra i den aktuella fallstudien är vissa förutsättningar fastslagna för timmerflödet fram till genomsågning. Följande förutsättningar gäller:

#### Ankommande timmer

Fördelningen av ankommande timmer mellan de 54 timmerklasserna följer en förutbestämd timmerkurva, se Bilaga 3, som bygger på den plan Holmen Timber har för att årligen såga 550 000 m<sup>3</sup>SV. I Simsaw fördelar sig volymen timmer på 4,3 miljoner stockar. I verkligheten beräknas dock den siffran vara ca 5 miljoner stockar (Ståhl, 2011). Flödet av timmer är jämt över tiden utan säsongsvariationer. Hastigheten av timmer in till timmerplanen per timme blir 1 600 stockar, där den procentuella fördelningen bygger på den framtagna timmerkurvan.

#### Timmersorteringen

Timmersorteringen antas vara 100 procentig, vilket betyder att inga felläggningar görs av timmer, inte heller något strul i timmerbanan eller timmerfacken. Timmersorteringen sker alltså till full verkningsgrad som det är tänkt.

#### Vältornas timmertravar

Travarna med timmerstockar, som byggs upp på timmerplanen, innehåller 63 % ved. Det är med andra ord 37 % hålrum i travarna.

### Sågordning

De 54 timmerklasserna sågas var för sig. Klasserna är sorterade efter volym och indelade i tre block, som sedan sågordningen bygger på. Block 1 innehåller de 1-18 största klasserna, block 2 består av klass 19-36 och block 3 är gjord på de 18 minsta klasserna 37-54, se Bilaga 3 och 4. Totalt blir det 432 batcher av timmer som sågas efter uppdelningen i de tre olika blocken enligt följande formel:  $(1-2-1-2-1-3)*4$ .

### Sågstart

I fallstudiens alla simuleringar har sågen börjat såga först efter två veckors simuleringstid. Anledningen är det flöde av timmer in till timmerplan, som startar så fort simuleringen har gått igång, ska ta stopp. Eftersom timmerplanen hinner bli full inom två veckor går det också avläsa det resultat, *fyllnadsgraden*, som beskriver hur stor del av det totala vältutrymmet som är fyllt med timmer, vid stoppläget. Vilket ger ett potentiellt resultat på hur mycket timmer det går att lagra på den simulerade timmerplanslayouten.

### Kategoriseringen av vältor och timmerklasser

Utgångsläget är att alla timmerklasser kan placeras i alla vältor som finns tillgängliga på timmerplanen. Dessutom går det att styra en eller flera utvalda klasser till en eller flera specifika vältor. T.ex. går det att ställa in Simsaw att den minsta klassen endast får en vältta att placera sig i, vilket betyder att endast den minsta klassen får vara i den vältan men övriga klasser kan lagras i vilka övriga vältor som helst.

### ***Simuleringssekvensen av timmerflödet i den aktuella fallstudien***

Simsaw har ställts in efter de fastslagna förutsättningar som nämnts ovan och därefter kan vältornas antal och längd matas in i programmet. När alla inställningar är gjorda kan således simuleringen starta. De första två veckorna kommer timmer in, men inget försvinner ifrån timmerplanen därför att sågen inte går. Under den tidsperioden avläses det värde på timmerplanens fyllnadsgrad som blir när det tar stopp i sorteringen. Stockarnas väg fram till vältorna på timmerplanen sker via mätstationen och timmerbanan, se Figur 3, denna del av sorteringsprocessen är inget som går att studera i Simsaw och därför tas ingen hänsyn till den delen i arbetet, utan den antas helt enkelt fungera till 100 %. Även truckarnas transportsträckor är inget som går att avläsa i Simsaw och blir därför inte aktuellt som resultatsparameter. En simulering slutar när alla de 432 sågserierna har sågats, under den tiden strömmar det hela tiden in timmer i jämn takt om det inte uppstår ett stopp i timmersorteringen, till följd av att det inte finns tillgängliga vältor för inkommande timmer. Det kan även bli stopp i timmersorteringen under tiden sågen är igång. Utplaceringen av timmer till vältorna sköter Simsaw på ett slumpmässigt sätt (Erlandsson, 2011). Det innebär att en timmerstock som ska läggas ut på timmerplan, som inte redan har en tilldelad vältta, kommer att slumpas ut bland de vältor som är tomma.

### **Undersökta resultatsparametrar**

För att studera effekterna av olika timmerplanslösningar har ett antal resultatsparametrar valts ut, dels bygger de på avläst resultat vid stoppet, före sågens start, men även på de efterkommande sågresultaten efter en hel genomförd simulering av de 432 sågserierna.

**Fyllnadsgraden (%) innan sågstart:** värdet är taget när sågen stod stilla. Därför att en inkommande stock inte hade någon vältta att placeras i, på grund av att inga lediga vältor fanns att tillgå när klassens vältplats blivit fylld av timmer och alla andra vältor var tagna av andra timmerklasser. Fyllnadsgraden är en kvot, där täljaren är den totala summan av travat timmer

på timmerplanen och nämnaren är den totala summan av vältutrymme som finns tillgängligt på timmerplanen.

**Sidoarea ( $m^2$ ):** utgör summan av alla vältors potentiella sidoarea. Arealen beräknas utifrån en höjd av 5 meter och basen som är vältans totala längd. Vältorna kan ha ett vältstopp i ena änden, men aldrig i båggen, vilket betyder att ingen lutning finns i den änden av vältan. Finns det inget vältstopp beräknas den sluttande delen vara i 10 meter av basens längd, d.v.s. en lutning på 26,6 grader.

**Sidoarea\*fyllnadsgrad ( $m^2$ ):** ett mått som tar hänsyn till hur väl timmerplanen är fylld samt väger samman det med den aktuella layoutens totala tillgängliga sidoarea.

**Volym ( $m^3$ fub):** bygger på formeln  $sidoarea*fyllnadsgrad*0,63*4,671402$ . Där värdet 0,63 betyder att vältorna innehåller 63 % timmer (fub) och 4,671402 är medellängden av alla timmerstockar, vilket är kvoten av den totala längden timmer och antalet stockar. Parametern visar på hur stor mängd timmer som finns lagrat på timmerplanen vid tillfället då det blivit stopp i timmersorteringen, innan sågen har startat.

**Tid som sågen gått (h):** den tid som sågen går under genomförd simulering.

**Kostnad för stopptid:** beräknas på den totala tid som blir utav ompostningar i sågen per år. Varje byte av sågklass tar 5 min och kostar 1000 kr/min, som beräknas på uteblivit täckningsbidrag. För att såga 550 000  $m^3$ SV per år antas sågen vara i drift 4 584 timmar. För att såga de 432 timmerklasserna, som ingår i en simulering, kan t.ex. den totala sågtiden bli 1000 timmar. Beräkningen för stopptidskostnaden per år blir då följande:

$$(4\,584/1\,000)*432*5*1000 = 9\,901\,440 \text{ kr/år.}$$

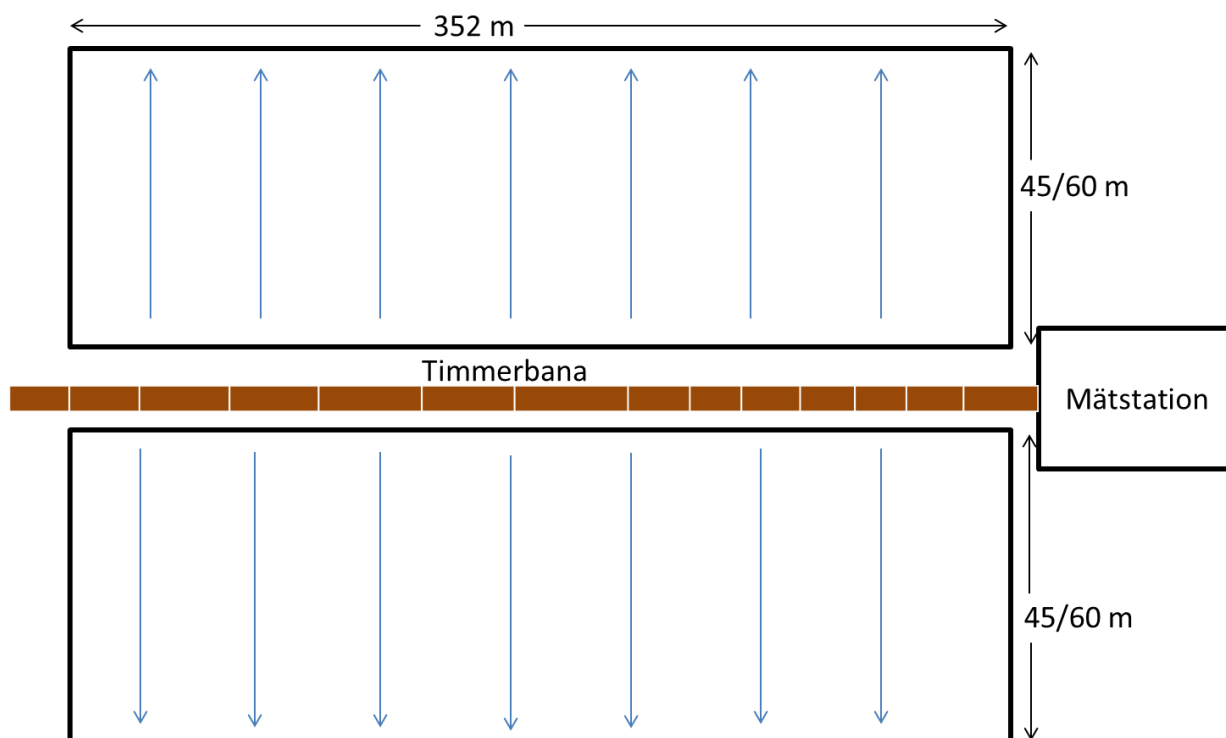
Utifrån formeln innebär det att stopptidskostnaden per år blir lägre ju längre sågerierna blir. Helt enkelt för att det blir färre ompostningar.

## Systematik för timmerplanslayouter

Ett syfte med arbetet är att simulera olika timmerplanskonstruktioner. Nedan följer hur grundmodellerna, för att skapa de olika layouterna, ser ut. Timmerplanslayouterna hittas i Bilaga 1 och 2.

### Grundutförandet

I Figur 8 illustreras timmerplanens konstruktion, den består utav två likadana planhalvor, som var och en är 352 meter lång och 45 eller 60 meter bred beroende på om den är utbyggd eller inte. Pilarna visar vältornas riktning, där stockarnas riktning är tvärs emot den riktningen. I detta utförande kommer 44 vältor, på båggen sidor om timmerbanan, kunna konstrueras. Varje vältplats är 8 meter bred, därför att de längsta stockarna är 6,1 meter långa och behöver det utrymmet för att få plats när de travas i vältorna. Längden av vältorna kan i grundlayouten bli 45 eller 60 meter långa.



Figur 8. Timmerplanen, ej skalenlig. Pilarna anger vältriktning.

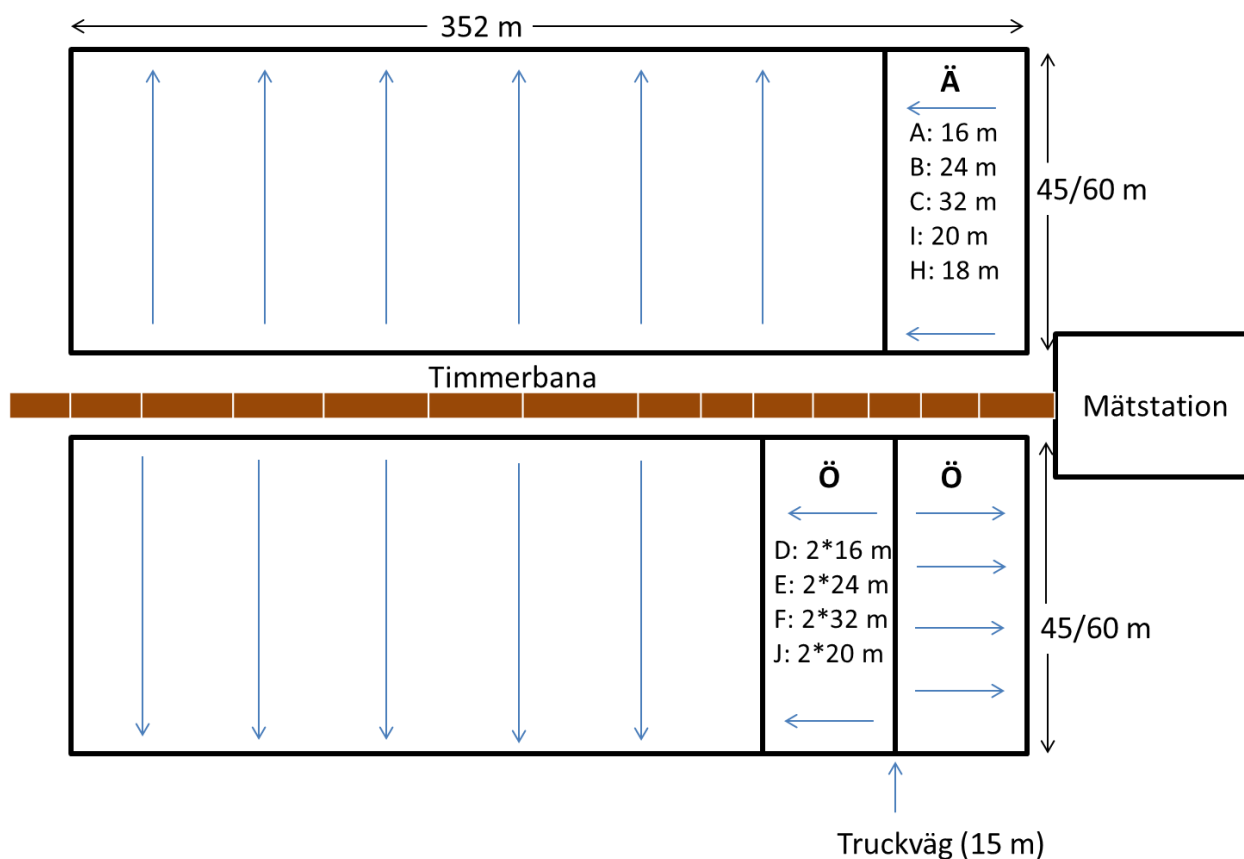
### ***Timmerplanslayouter med vridna vältor***

I Figur 9 illustrerar område Ö och Ä två sätt att designa vältor som till längden är kortare än bredden av timmerplanen (45 eller 60 meter) och därmed ges möjligheten att göra nya timmerplanslayouter där längd och antal på vältorna varierar. I Ä- och Ö-delen kommer vältorna att vridas 90 grader jämfört med grundriktningen. När vältorna ligger på den ledde får det plats fem vältplatser av bredden åtta meter när timmerplanen är 45 meter djup. Är den utbyggd till 60 meter får det plats sju vältor. Skillnaden på Ö och Ä är den truckväg som går genom område Ö. Vilken möjliggör att lägga vridna vältor på bägge sidor om truckvägen och därmed generera dubbelt så många vältor i område Ö jämfört med Ä.

Område Ä kan endast placeras i någon av de fyra kortsidorna på de två timmerplanshalvorna, dock kan det finnas en till fyra områden av typen Ä i timmerplanslayouterna. När typen Ö förekommer kan fler layoutkonstruktioner skapas, därför att Ö-delen inte är begränsad till kortsidorna som Ä är.

Vältorna i område Ä kan vara 16, 18, 20, 24 eller 32 meter långa. För område Ö är längderna 16, 20, 24 och 32 meter.

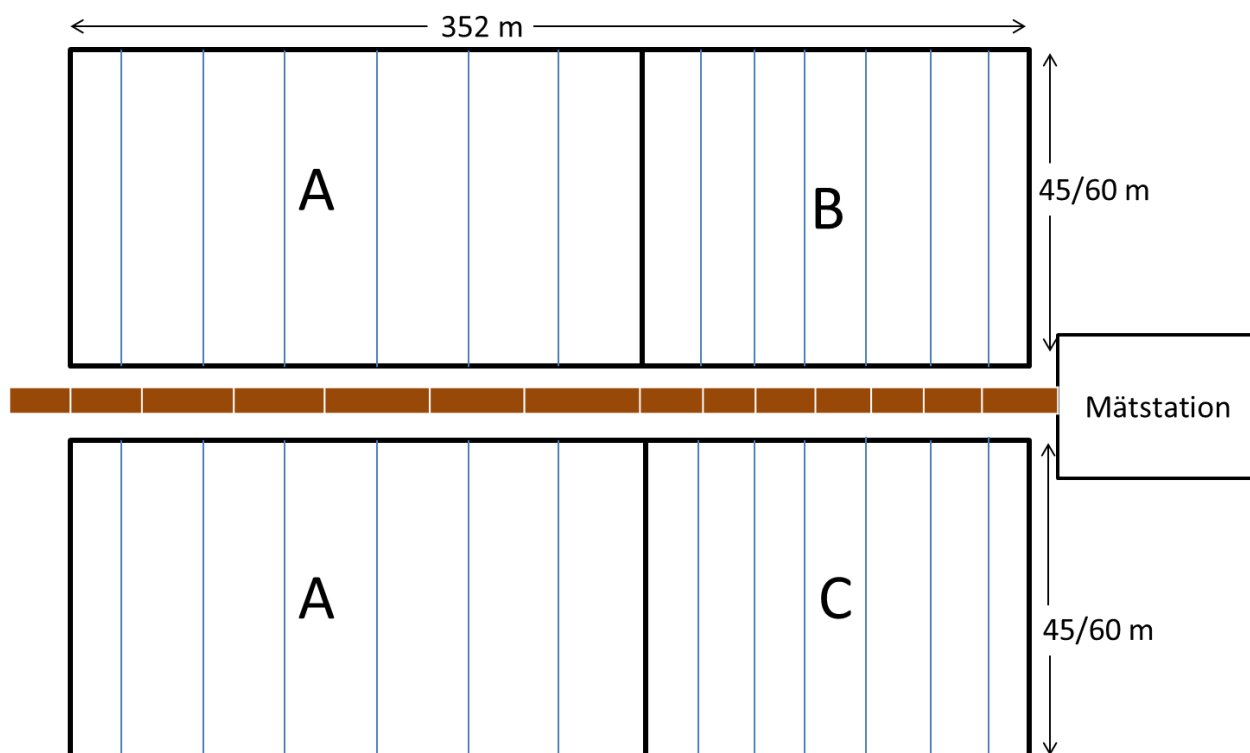




Figur 9. Område Ä och Ö visar på två olika sätt att konstruera olika timmerplanslayouter. Observera att ritningen inte är skalenlig.

### **Timmerplanslayouter efter timmerlängd**

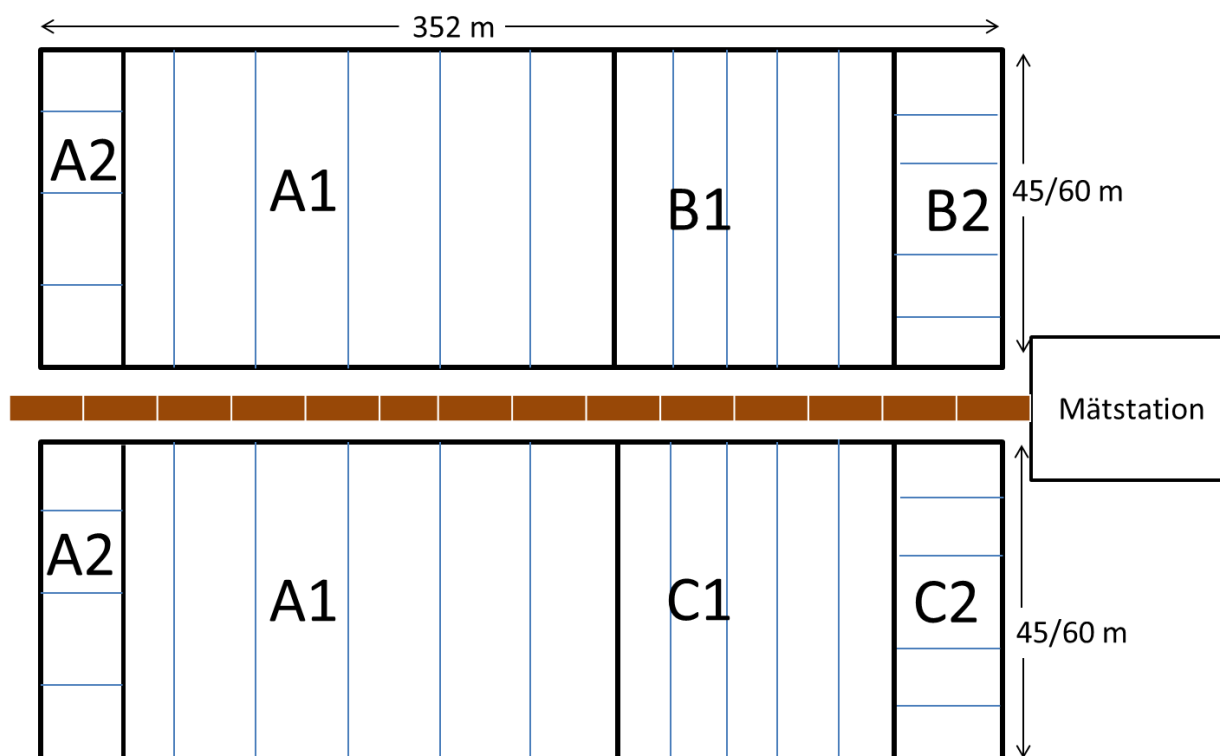
Figur 10 visar hur timmerplanen har delats upp i tre områden, A, B och C, där vältplatsernas bredd i B och C är sex meter, men åtta meter i A. Orsaken till uppdelningen är att timmerfack 5-24 ut med timmerbanan endast tar emot timmer av längden 4,59 meter och kortare. Och därför kan det närliggande området på timmerplanen kategoriseras till timmerklasserna av längderna 4,59 meter och kortare. I område A läggs timmer som är över 4,3 meter. Till följd att vältorna i B och C är två meter kortare, så går det att få plats med totalt sju fler vältor på hela timmerplanen som kan lagra timmer.



Figur 10. Timmerplanen, ej skalenlig, uppdelad i tre områden, A, B och C. Där vältorna i A är åtta meter breda och i B och C sex meter breda.

#### ***Timmerplanslayouter efter timmerlängd - med vridna vältor***

Figur 11 illustrerar en liknande typ av uppdelning av vältor som i Figur 10, med skillnaden att det finns vridna vältplatser ute på kortsidorna. Därmed går det att skapa ett större antal av layouter av timmerplanen. I område A2 kan längden på vältorna vara 16, 24, eller 32 meter. För område B2 och C2 är längderna på vältorna 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30 eller 32 meter.



Figur 11. Timmerplanen, ej skalenlig, uppdelad i tre huvudområden, A, B och C. Bredden av vältorna i område A är åtta meter och i B och C är de sex meter. I område A2, B2 och C2 har vältornas riktning vridits med 90 grader.

## Layoutkodernas betydelse

I arbetet har 274 timmerplanslayouter konstruerats, se Bilaga 1 och 2. Varje layout har sin egen kod, med vilken det går att utläsa hur layoutsens sammansättning av vältor ser ut. I Tabell 1 finns nyckeln till de layouter som inte har någon truckväg mellan vältorna. Med hjälp av nyckeln ska det t.ex. gå att ta fram hur layout AU3b ser ut. Första bokstaven (A) står för längden på de vridna vältorna och siffran 3 beskriver hur många områden av vridna vältor layouten innehåller. Finns det ett U med i koden betyder det att timmerplanen är utbyggd med 15 meter på var timmerplanshalva i djupled. Finns det inget U med i koden är inte heller timmerplanen utbyggd. Koden slutar antingen på a eller b, där a betyder inga vältstopp och b står för att alla vältor har vältstopp.

Tabell 1. Kodnyckel till layouter utan truckväg

Längd av vridna vältor (m)		Antal områden med vridna vältor	Vältstopp	Utbyggnad	Truckväg
A	16	1,2,3,4	Ja (b) och Nej (a)	Ja (U) och Nej	Nej
I	18	1,2,3,4	Ja (b) och Nej (a)	Ja (U) och Nej	Nej
H	20	1,2,3,4	Ja (b) och Nej (a)	Ja (U) och Nej	Nej
B	24	1,2,3,4	Ja (b) och Nej (a)	Ja (U) och Nej	Nej
C	32	1,2,3,4	Ja (b) och Nej (a)	Ja (U) och Nej	Nej
G	0	0	Ja (b) och Nei (a)	Ja (U) och Nei	Nei

I Tabell 2 finns en nyckel till att lösa layouternas koder. Gemensamt för alla dessa layouter är att området med vridna vältor innehåller en truckväg. Till skillnad från layouterna i Tabell 1 går det här skapa layouter som består av upp till 12 områden med vridna vältor.

Tabell 2. Kodnyckel till layouter med truckväg

Längd av vridna vältor (m)	Antal områden med vridna vältor	Vältstopp	Utbyggnad	Truckväg	
D	16	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	Ja (b) och Nej (a)	Ja (U) och Nej	Ja
J	20	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	Ja (b) och Nej (a)	Ja (U) och Nej	Ja
E	24	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	Ja (b) och Nej (a)	Ja (U) och Nej	Ja
F	32	1,2,3,4,5,6,7,8	Ja (b) och Nej (a)	Ja (U) och Nej	Ja

För att lösa layoutkoderna OVKx, KVKx, LVKx, TVKx och RVK1, som bygger på Figur 10 och 11, hänvisas till Bilaga 2 för att i detalj se sammansättning av vältors antal och längd.

## Metodik för vältkategorisering

I detta avsnitt av simuleringar tilldelas specifika timmerklasser en eller flera särskilda vältplatser, till skillnad mot grundförfarandet där alla timmerklasser får placeras i alla vältor på timmerplanen. Restriktionen hindrar de kategoriserade timmerklasserna att läggas någon annanstans än i de tilldelade vältorna, vilket kan få positiva effekter på transportarbete och/eller den lagrade volymen. De resultat som redovisas från vältkategoriseringarnas simuleringar är endast fyllnadsgraden före sågens start och volymen som bygger på den parametern.

Simuleringsmetodiken för vältkategorisering av utvalda grundlayouter följer i punktform:

1. En layout väljs och i den första simuleringen tilldelas den minsta timmerklassen, se Bilaga 3, en av de fem korta vältorna, den får alltså enbart placeras i den kategoriserade vältan. Efter genomförd simulering analyseras om det tilldelade vältutrymmet var av tillräcklig storlek för den kategoriserade timmerklassen.
2. Om inte den tilldelade vältan är tillräcklig för den kategoriserade timmerklassens volym, vilket betyder om det tar stopp i timmersorteringen, så läggs ytterligare en av de korta och vridna vältorna till kategoriseringen.
3. Förfarandet upprepas till dess att den minsta timmerklassen inte behöver fler vältor att sorteras i.
4. När det sker läggs istället den näst minsta timmerklassen, se Bilaga 3, till kategoriseringen och de bägge klasserna delar på de kategoriserade vältorna.
5. Tillägg av kategoriserade vältor fortsätter till dess att de två klasserna inte behöver fler vältplatser eller när de korta och vridna vältorna tog slut.

I fall de korta och vridna vältorna inte räcker till, tas efterföljande layout i bruk. T.ex. när layout A1a:s korta och vridna vältor inte räcker till används layout A2a, som har det dubbla antalet korta och vridna vältor. Även om denna layouts vältor inte skulle räcka till, så används inte någon ytterligare ny layout, utan där stannar vältkategoriseringen. Att ny layout tas i bruk för att de korta vältorna inte räcker till sker endast när layouter med ett område av vridna vältor vältkategoriseras.

Ytterligare en variant av vältkategorisering genomförs, nämligen på de layouter som bygger på Figur 10 och 11. Stockarnas längd avgör i vilket område de ska placeras. Stockar som är 4,59 meter och kortare placeras i område B eller C, medan längre timmerstockar går till område A, Bilaga 5 beskriver vilken klass som går till vilket område. I Bilaga 2 finns

timmerplanens vältplatser till antal och längd för alla vältkategoriserade layouter som simulerats. Metodiken som beskrivs i punktlistan ovan gäller inte för dessa fall. Ny layout skapas för varje simulering, samtidigt som vältkategorisering används för att styra flödet av timmerklasser till utvalt område. Syftet är att hitta en optimal kombination av vältor för varje område, som ger en så hög total lagringskapacitet som möjligt.

### ***Urval för vältkategorisering mellan grundlayouterna***

Alla 252 layouter, se Bilaga 1, har simulerats utan vältkategorisering. Bland dessa har sedan vissa valts ut för att simuleras med vältkategorisering. Layouterna A1a, B1a, C1a, H1a och I1a har alla simulerats med vältkategorisering enligt punktlistan ovan. Det gemensamma för layouterna är att de alla innehåller ett område med vridna vältor och att de varken har vältstopp eller utbyggnad. Se även Bilaga 6.

Nästa omgång simuleringar liknar de ovan gjorda till skillnad från ett par punkter. Urvalet av layouter görs på andra grunder, nämligen från de bästa simuleringar av resultatsparametern *sidoarea\*fyllnadsgrad*. Den andra skillnaden mot föregående vältkategorisering är att en ny layout aldrig används för att det ska bli fler korta och vridna vältor som kategoriseras i simuleringen, se vidare i Bilaga 7.

Ytterligare en vältkategorisering gjordes på layouterna efter resultatsparametern *sidoarea\*fyllnadsgrad*. I detta fall var det de två största timmerklasserna som fick specifika vältor och endast en simulering av varje layout genomfördes. Bägge de största klasserna fick 5 % av de ej vridna samt de korta och vridna vältorna tilldelade till sig. I Bilaga 7 redogörs för vältkategoriseringen.

### **Metodik för investeringsmetoden Payback**

För detta arbete används investeringskalkylen Payback som är en enkel och bra metod, som räknar fram återbetalningstiden av gjord investeringen. Hur lång tid det tar blir en följd av investeringens storlek samt förändringen i kassaflödet efter gjord investering (Andersson, 2001). Här tas endast hänsyn till de förändringar som blir i stopptidskostnad, vilken jämförs med posten för investeringen. De möjliga investeringarna är en utbyggnad i djupled på 15 meter, som kostar 2 100 000 kr, samt ett tillägg av vältstopp till vältorna, som kostar 24 000 kr per välta. Investeringskalkyleringen görs inte på simuleringar av typen där vältkategorisering förekommer.

### **Metodik för ABC-analys**

En ABC-analys görs för att studera volymsfördelningen mellan de 54 timmerklasserna. Resultatet blir en kurva som visar hur stor del av den totala volymen som den största klassen står för och sedan de två största tillsammans, o.s.v. Om fördelningskurvan kommer i närheten av en tänkt kurva som beskriver att 20 % av klasserna står för 80 % av volymen, så kommer det vara lönsamt att tilldela de största klasserna vältor närmast sågen för att minska transportarbetet.

### **Metodik för resultatredovisning**

I resultatkapitlet redovisas de främsta layouterna för varje resultatsparameter. Endast de främsta resultaten finns redovisade i arbetet. Anledningen är att ge störst fokus på dessa och även av utrymmesskäl. Resultaten presenteras i Tabellform, sorterade efter rang, för att enkelt kunna jämföras sinsemellan.

# Resultat

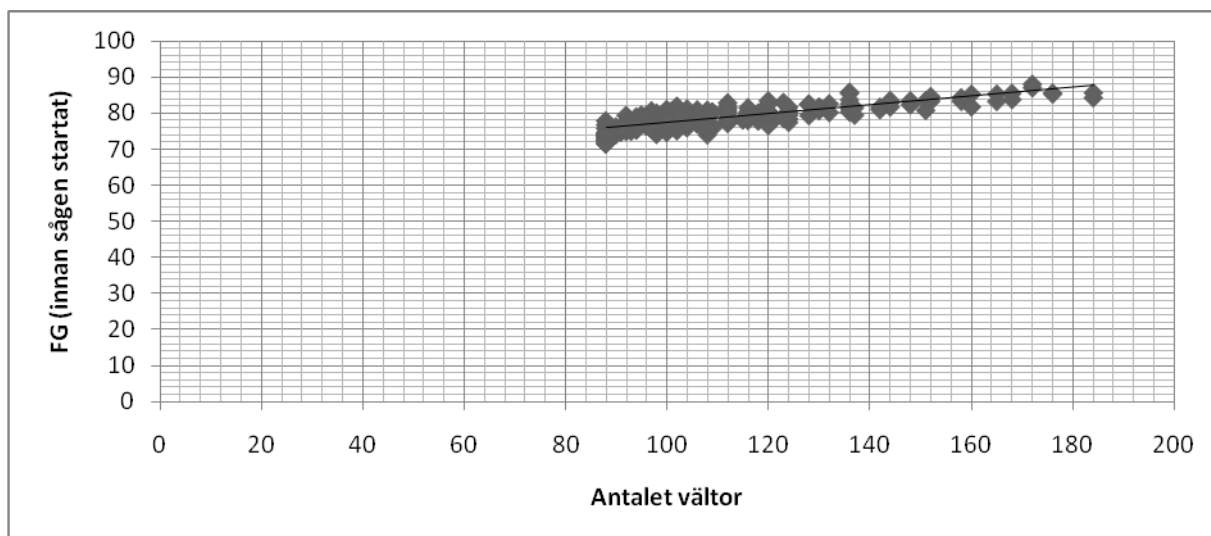
## Utan vältkategorisering

I detta kapitel redovisas resultaten för simuleringar utan restriktioner beträffande timmerklassernas placering. Tabell 3 visar de tio bästa simuleringarna uppdelade på varje kategori med avseende på fyllnadsgraden innan sågen har startat. Nästan alla layouterna åstadkommer en fyllnadsgrad av timmerplanen som blir över 80 %. Överlag är trenden att fler tillägg, som ger ökad kapacitet, också ger en högre fyllnadsgrad. De layouter med högst fyllnadsgrad återfinns i kategorin längst till höger, som har både vältstopp och utbyggnad. Den allra högsta fyllnadsgraden blir i layout JU12b, som innehåller 12 områden med vridna vältor, se Tabell 2. Tendensen inom kategorierna är att layouter med relativt många vältor ger högst fyllnadsgrad. Den troliga anledningen är att fler, men kortare vältor, är lättare att fylla till max än stora och få vältor, se även Figur 12.

Tabell 3. Fyllnadsgraden (FG), innan sågen har startat

	Ej vältstopp, ej utbyggt		Vältstopp, ej utbyggt		Ej vältstopp, utbyggt		Vältstopp, utbyggt	
Rang	Layout	FG (%)	Layout	FG (%)	Layout	FG (%)	Layout	FG (%)
1	D11a	82,75	D10b	82,6	JU12a	87,19	JU12b	88,16
2	D6a	81,01	D12b	81,49	EU8a	85,97	DU12b	85,78
3	A4a	80,87	D3b	81,18	DU6a	85,65	DU11b	85,71
4	D12a	80,49	D5b	81,01	DU11a	85,48	DU10b	85,66
5	A3a	80,19	D9b	80,82	DU8a	84,76	JU11b	85,41
6	I4a	80,15	J3b	80,79	DU12a	84,42	DU9b	85,39
7	H4a	79,79	D4b	80,67	DU10a	83,93	JU10b	84,41
8	H3a	79,63	D8b	80,59	DU7a	83,68	DU6b	83,85
9	D5a	79,59	D11b	80,33	EU10a	83,56	JU9b	83,57
10	D2a	79,53	D6b	80,31	DU4a	83,55	DU8b	83,47

Diagrammet i Figur 12 redogör för sambandet mellan fyllnadsgrad och antalet vältor för de 252 simulerade grundlayouterna, se Bilaga 1. Varje prick är en simulerad layout och strecket är en trendlinje som visar på att fler och därmed kortare vältor ger högre fyllnadsgrad. Från Tabell 3 framgår att JU12b har högst fyllnadsgrad, den layouten har totalt 172 vältor. Näst högst fyllnadsgrad har DU12b, som har 184 vältor totalt. Även om sambandet mellan antalet vältor och fyllnadsgrad inte är linjärt, är trenden ändå tydlig.



Figur 12. Sambandet mellan fyllnadsgrad (FG) och antalet vältor.

I Tabell 4 återges den sammanlagda sidoarean av alla vältor hos de simulerade layouterna. G-layouterna, utan vridna vältor, når upp till de totalt största summorna av sidoarea. Orsaken till att de layouterna har högst sidoarea är att de inte har några vridna vältor och därmed mindre andel lutning där sidoarean försvinner. De layouterna har därmed potentiellt störst lagringsutrymme.

Ett tillägg utav vältstopp på alla vältorna ger en ökning på 2 200 m<sup>2</sup> i total sidoarea, vilket är skillnaden mellan layouterna G1a och G1b. Om timmerplanen byggs ut kommer den totala sidoarean uppgå till 22 000 m<sup>2</sup>, som är en ökning på 6 600 m<sup>2</sup>. Skulle däremot båda investeringarna göras kommer den totala sidoarean öka med 8 800 m<sup>2</sup>, till 24 200 m<sup>2</sup>.

Tabell 4. Totala sidoarean av alla vältor hos de simulerade layouterna

	Ej vältstopp, ej utbyggt		Vältstopp, ej utbyggt		Ej vältstopp, utbyggt		Vältstopp, utbyggt	
Rang	Layout	Sidoarea (m <sup>2</sup> )	Layout	Sidoarea (m <sup>2</sup> )	Layout	Sidoarea (m <sup>2</sup> )	Layout	Sidoarea (m <sup>2</sup> )
1	G1a	15 400	G1b	17 600	GU1a	22 000	GU1b	24 200
2	C1a	15 250	A1b	17 475	CU1a	21 770	CU1b	24 045
3	B1a	15 225	C1b	17 475	BU1a	21 740	BU1b	24 040
4	A1a	15 200	B1b	17 475	AU1a	21 710	AU1b	24 035
5	I1a	15 125	I1b	17 375	IU1a	21 600	IU1b	23 900
6	C2a	15 100	A2b	17 350	CU2a	21 540	CU2b	23 890
7	H1a	15 075	I2b	17 350	HU1a	21 530	BU2b	23 880
8	B2a	15 050	B2b	17 350	BU2a	21 480	IU2b	23 875
9	I2a	15 025	C2b	17 350	IU2a	21 450	AU2b	23 870
10	A2a	15 000	H1b	17 325	AU2a	21 420	HU1b	23 830

I Tabell 5 har sidoarean multiplicerats med fyllnadsgraden för att kunna beräkna hur stor sidoyta av den tillgängliga sidoarean som blivit fylld med timmer innan sågen har startat i den aktuella simuleringen. När de båda parametrarna multipliceras ihop är det inte längre de tidigare toppresultaten som hamnar överst. Varken högst tillgängliga sidoyta eller högst fyllnadsgrad ger den största sidoarean av timmer på timmerplanen, utan en kombination av de bägge fungerar bäst. Simuleringarna A3a, A4b, IU3a samt AU3b, gav de mest välfyllda lagren. Det gemensamma för layouterna är att deras områden med vridna vältor inte har några

truckvägar. Dessutom verkar tre eller fyra områden med vridna vältor vara det optimala för att kunna lagra mest timmer.

Tabell 5. Den totala sidoarean av timmer i de simulerade layouterna

Rang	Ej vältstopp, ej utbyggt		Vältstopp, ej utbyggt		Ej vältstopp, utbyggt		Vältstopp, utbyggt	
	Layout	Sidoarea*FG (m <sup>2</sup> )	Layout	Sidoarea*FG (m <sup>2</sup> )	Layout	Sidoarea*FG (m <sup>2</sup> )	Layout	Sidoarea*FG (m <sup>2</sup> )
1	A3a	11 868	A4b	13 548	IU3a	17 008	AU3b	18 800
2	A4a	11 807	A3b	13 408	HU2a	16 950	AU2b	18 767
3	I4a	11 742	H3b	13 380	IU4a	16 942	IU4b	18 706
4	I3a	11 694	A2b	13 351	BU3a	16 806	HU3b	18 669
5	H3a	11 626	I3b	13 327	AU3a	16 707	AU4b	18 637
6	A1a	11 573	H4b	13 326	BU4a	16 672	HU4b	18 611
7	A2a	11 546	I4b	13 247	HU3a	16 645	IU3b	18 554
8	B4a	11 535	A1b	13 187	IU2a	16 643	BU3b	18 452
9	H4a	11 530	B4b	13 124	AU2a	16 639	CU4b	18 411
10	H2a	11 519	C3b	13 084	AU1a	16 632	BU4b	18 353

Tabell 6 visar resultatet från de tio simuleringarna som gav de största volymerna i timmerlagret innan sågen startade, samt resultatet från simuleringarna av grundlayouterna. Det är samma simulerade layouter som i Tabell 5, men de är omräknade till volym timmer. A3a gör det möjligt att lagra 34 928 m<sup>3</sup>fub och det är den största möjliga volym för kategorin utan vältstopp och ingen utbyggnad. Görs en investering i vältstopp visar A4b att det skulle ge nästan 5 000 m<sup>3</sup>fub mer. Av IU3a framgår att en utbyggnad av timmerplan ger en ökning på över 15 000 m<sup>3</sup>fub till 50 055 m<sup>3</sup>fub. De båda investeringarna tillsammans höjer lagringskapaciteten med 20 401 m<sup>3</sup>fub till 55 329 m<sup>3</sup>fub, som framgår av AU3b. G-layouterna visar på den möjliga lagringsvolym när inga vältor har vridits. Lagringsvolymen blir mindre när inga vältor har vridits, vilket syns mellan t.ex. A3a och G1a där skillnaden är 1 494 m<sup>3</sup>fub.

Tabell 6. Den volym timmer som kan lagras före sågen startat, beräknas enligt: sidoarea\*FG\*0,63\*medellängd

Rang	Ej vältstopp, ej utbyggt		Vältstopp, ej utbyggt		Ej vältstopp, utbyggt		Vältstopp, utbyggt	
	Layout	Volym (m <sup>3</sup> fub)	Layout	Volym (m <sup>3</sup> fub)	Layout	Volym (m <sup>3</sup> fub)	Layout	Volym (m <sup>3</sup> fub)
1	A3a	34 928	A4b	39 873	IU3a	50 055	AU3b	55 329
2	A4a	34 748	A3b	39 459	HU2a	49 883	AU2b	55 230
3	I4a	34 556	H3b	39 376	IU4a	49 859	IU4b	55 051
4	I3a	34 415	A2b	39 291	BU3a	49 460	HU3b	54 941
5	H3a	34 215	I3b	39 220	AU3a	49 170	AU4b	54 847
6	A1a	34 060	H4b	39 217	BU4a	49 064	HU4b	54 773
7	A2a	33 978	I4b	38 987	HU3a	48 986	IU3b	54 603
8	B4a	33 948	A1b	38 808	IU2a	48 980	BU3b	54 303
9	H4a	33 932	B4b	38 624	AU2a	48 968	CU4b	54 184
10	H2a	33 901	C3b	38 506	AU1a	48 948	BU4b	54 013
19,19,22,22	G1a	33 434	G1b	38 070	GU1a	48 190	GU1b	53 187

I Tabell 7 finns de resultat som visar hur länge sågen har arbetat under de aktuella simuleringarna. I B1a går sågen totalt 1027 timmar och med vältstopp kommer C3b upp till 1187 timmar. Görs investering i en utbyggnad kommer tiden för sågen bli 1479 timmar, som syns i IU2a. Införs både vältstopp och utbyggnad av timmerplanen blir den totala tiden 1673 timmar.



Noterbart är att inte samma layouter som ger högst volym i Tabell 6 också ger längst sågtider, vilket borde ske då mer lagrad volym kan ge längre sågserier. Dock har resultatparametrarna tagits vid olika tidpunkter under simuleringen. Fyllnadsgraden har mätts före sågen startat och den totala sågtiden är efter genomförd simulering. En kvalificerad gissning är att fyllnadsgraden i medeltal är större i de layouter som också har längst sågtid. Med det resonemanget borde layout B1a ha större fyllnadsgrad sett över hela simuleringen jämfört med A3a, som har högst fyllnadsgrad före sågens start. Fyllnadsgraden är något som varierar över tiden då sågen hela tiden sågar och timmer i jämn takt flödar in på timmerplanen. Vidare borde också resultatparametern som visar på den totala sågtiden vara mer värd än fyllnadsgraden innan sågen startat. Men det gäller endast i Simsaw när sågordningen är helt fastslagen. I verkligheten kommer sågordningen att kunna ändras beroende på hur lagret ser ut. I Simsaw sågas en klass oavsett hur stor eller liten den är, mest optimalt är att såga när en vält är precis full. Om man låter vältan växa sig full så att ankommande timmer får läggas i andra vältor kan det hända sig att den nya vältan inte utnyttjas fullt ut, då den kunde använts till en timmerklass som hade behövt den bättre. Med god lagerkontroll borde därmed de layouter som har högst fyllnadsgrad före sågen startat också vara att föredra framför de med längst sågtid.

Tabell 7. Tid som sågen gått under simuleringarna

Ej vältstopp, ej utbyggt			Vältstopp, ej utbyggt		Ej vältstopp, utbyggt		Vältstopp, utbyggt	
Rang	Layout	Total sågtid (h)	Layout	Total sågtid (h)	Layout	Total sågtid (h)	Layout	Total sågtid (h)
1	B1a	1027	C3b	1187	IU2a	1479	CU4b	1673
2	C2a	1027	B4b	1182	CU4a	1478	CU2b	1671
3	C4a	1021	B3b	1179	CU1a	1468	IU3b	1637
4	C1a	1020	B1b	1175	CU3a	1465	BU4b	1635
5	C3a	1017	I3b	1174	CU2a	1463	CU3b	1624
6	B2a	1013	C4b	1173	IU4a	1440	AU3b	1621
7	B3a	1013	I2b	1173	AU1a	1435	IU4b	1621
8	G1a	1012	C1b	1171	GU1a	1434	AU4b	1611
9	B4a	1000	I4b	1169	BU2a	1432	AU1b	1611
10	A3a	999	A4b	1168	IU1a	1430	BU3b	1608

I Tabell 8 visas de tre bästa simuleringarna, samt G-modellerna, från varje kategori med avseende på den årliga stopptidskostnaden. För de tre första åren finns den ackumulerade stopptidskostnaden beräknad och år ett är även investeringskostnaden medräknad. Som syns av B1a blir den årliga stopptidskostnaden 9 641 130 kronor. I C3b investeras det i vältstopp och stopptidskostnaden sjunker med över en miljon kronor. Blir investeringen en utbyggnad kommer stopptidskostnaden sjunka med över 2,5 miljoner kronor, vilket visas av IU2a. om båda investeringarna genomförs kommer den årliga stopptidskostnaden sjunka med mer än 3,5 miljoner kronor. Investeringarna kostar givetvis, men alternativet med både vältstopp och utbyggnad av timmerplanen kommer att vara det billigaste alternativet redan år tre, som syns i resultatet av simulering CU2b.

Tabell 8. Den årliga stopptidskostnaden, samt den totala kostnaden av stopptid och investering, för de tre första åren

			Kostnad för vältstopp och/eller		
Rang	Layout	Stopptidskostnad/år (kr)	utbyggnad+stopptidskostnad 1 år (kr)	tot. Kostnad 2 år	tot. Kostnad 3 år
1	B1a	9 641 130	9 641 130	19 282 259	28 923 389
2	C2a	9 641 130	9 641 130	19 282 259	28 923 389
3	C4a	9 697 786	9 697 786	19 395 573	29 093 359
8	G1a	9 784 032	9 784 032	19 568 063	29 352 095
1	C3b	8 341 567	10 525 567	18 867 134	27 208 701
2	B4b	8 376 853	10 680 853	19 057 706	27 434 558
3	B3b	8 398 168	10 654 168	19 052 336	27 450 504
18	G1b	8 587 546	10 699 546	19 287 091	27 874 637
1	IU2a	6 694 686	8 794 686	15 489 371	22 184 057
2	CU4a	6 699 215	8 799 215	15 498 430	22 197 645
3	CU1a	6 744 850	8 844 850	15 589 700	22 334 550
8	GU1a	6 904 770	9 004 770	15 909 540	22 814 310
1	CU4b	5 918 374	10 418 374	16 336 748	22 255 123
2	CU2b	5 925 458	10 281 458	16 206 916	22 132 373
3	IU3b	6 048 528	10 572 528	16 621 056	22 669 583
15	GU1b	6 207 799	10 419 799	16 627 599	22 835 398

## Resultat - Payback

Paybackberäkningar gjordes på de simuleringar som hade längst sågtider. Av Tabell 9 framgår resultaten från återbetalningsmetoden. Alla Investeringarna återbetalar sig på kortare tid än två år, längst tid blir det för C3b, som behöver 1,68 år. Den investering som går fortast att återbetala är en investering i enbart en utbyggnad, vilket layout IU2a visar med att ha en återbetalningstid på 0,71 år. På längre sikt kommer däremot layout CU4b vara den som är lönsammast, då den har en lägsta årliga stopptidskostnaden på cirka 5,9 miljoner kronor. Paybackberäkningarna bygger på de layouterna med längst sågtid i Tabell 7. I verkligheten borde en bättre sågordning kunna skapa längre sågserier då klasserna sågas med bättre tajming, vilket betyder att de sågas när en eller flera vältor är precis fulla.

Tabell 9. Paybackberäkning

Layout	stopptidskostnad/år (kr)	Skillnad mot B1a (kr)	Investeringskostnad (kr)	Payback-år
<b>B1a</b>	9 641 130	0	0	0
<b>C3b</b>	8 341 567	1 299 563	2 184 000	1,68
<b>IU2a</b>	6 694 686	2 946 444	2 100 000	0,71
<b>CU4b</b>	5 918 374	3 722 755	4 500 000	1,21

## Resultat – Vältkategorisering

Syftet med vältkategoriseringen, där specifika timmerklasser placeras i kategoriserade vältor, är att nå en högre fyllnadsgrad än grundlayouten och därmed kunna lagra mer volym på timmerplanen. Ytterligare anledning kan vara att placera stora klasser nära sågen för att minska transportarbete.

### *Vältkategorisering på layouter med ett område av vridna vältor*

Tabellerna ska läsas uppifrån och ner för att följa simuleringsmetodiken. Hur vältkategoriseringen ser ut för simuleringskoderna följer av Bilaga 6. Urvalet av layouter för

vältkategoriseringen gjordes bland de layouter som bara har ett område med vridna vältor och varken vältstopp eller utbyggd timmerplan.

Av Tabell 10 framgår att ingen simulering lyckades fylla timmerplanen med mer timmer än vad som skedde i när layouten simulerades utan vältkategorisering. Den högsta volymen vid vältkategorisering inträffade med simulering A1aVK3, där den minsta timmerklassen tilldelades tre av de vridna vältorna.

Tabell 10. Vältkategorisering av layouterna A1a och A2a, med sidoarea på 15 200 m<sup>2</sup> respektive 15 000 m<sup>2</sup>

Simuleringskod	FG (%)	Sidoarea*FG	Volym (m <sup>3</sup> fub)
<b>A1a</b>	76,14	11 573	34 060
<b>A1aVK1</b>	33,26	5 056	14 878
<b>A1aVK2</b>	65,97	10 027	29 511
<b>A1aVK3</b>	75,31	11 447	33 689
<b>A1aVK4</b>	73,41	11 158	32 839
<b>A1aVK5</b>	72,94	11 087	32 629
<b>A2a</b>	76,97	11 546	33 978
<b>A2aVK1</b>	72,81	10 922	32 142
<b>A2aVK2</b>	72,19	10 829	31 868
<b>A2aVK3</b>	70,87	10 631	31 285
<b>A2aVK4</b>	74,08	11 112	32 702
<b>A2aVK5</b>	73,55	11 033	32 468
<b>A2aVK6</b>	70,45	10 568	31 100

I Tabell 11 visas vältkategoriseringsresultaten av layouterna B1a och B2a. I resultaten framgår det att ingen vältkategorisering ger ett bättre resultat än grundlayouterna B1a och B2a. Närmast kommer simulering B1aVK2 med 33 421 m<sup>3</sup>fub. I den simuleringen har två av de vridna vältorna kategoriserats till den minsta klassen.

Tabell 11. Vältkategorisering av B1a och B2a, med sidoarea på 15 225 m<sup>2</sup> och 15 050 m<sup>2</sup>

Simuleringskod	FG (%)	Sidoarea*FG	Volym (m <sup>3</sup> fub)
<b>B1a</b>	75,3	11 464	33 740
<b>B1aVK1</b>	67,97	10 348	30 455
<b>B1aVK2</b>	74,59	11 356	33 421
<b>B1aVK3</b>	72,94	11 105	32 682
<b>B1aVK4</b>	72,48	11 035	32 476
<b>B1aVK5</b>	73,6	11 206	32 978
<b>B1aVK6</b>	73,15	11 137	32 776
<b>B2a</b>	75,55	11 370	33 463
<b>B2aVK1</b>	72,66	10 935	32 182
<b>B2aVK2</b>	72,16	10 860	31 961
<b>B2aVK3</b>	69,12	10 403	30 615
<b>B2aVK4</b>	67,66	10 183	29 968

I Tabell 12 framgår resultaten som bygger på layouterna C1a och C2a. I denna omgång gav simulering C1aVK1 en fyllnadsgrad på 75,01 %, som är något högre än värdet av grundsimuleringen C1a. I volym blev det en ökning på 90 m<sup>3</sup>fub. I den simuleringen kategoriserades den minsta klassen till en av de vridna vältorna.

Tabell 12. Vältkategorisering av C1a och C2a, med sidoarea på 15 250 m<sup>2</sup> och 15 100 m<sup>2</sup>

Simuleringskod	FG (%)	Sidoarea*FG	Volym (m <sup>3</sup> fub)
<b>C1a</b>	74,81	11 409	33 575
<b>C1aVK1</b>	75,01	11 439	33 665
<b>C1aVK2</b>	73,43	11 198	32 956
<b>C1aVK3</b>	72,97	11 128	32 749
<b>C1aVK4</b>	73,59	11 222	33 028
<b>C1aVK5</b>	73,14	11 154	32 826
<b>C1aVK6</b>	70,42	10 739	31 605
<b>C2a</b>	75,03	11 330	33 343
<b>C2aVK1</b>	69,75	10 532	30 996

Tabellen 13 visar resultaten av vältkategoriseringarna som bygger på layouterna H1a och H2a. I denna serie av simuleringar lyckades simulering H1aVK2 ge ett bättre resultat än grundsimuleringen H1a. I volym blev det 93 m<sup>3</sup>fub mer jämfört med H1a. I simuleringen kategoriserades den minsta klassen till två av de vridna vältorna.

Tabell 13. Vältkategorisering av layouterna H1a och H2a, med sidoarea på 15 075 m<sup>2</sup> och 14 925 m<sup>2</sup>

Simuleringskod	FG (%)	Sidoarea*FG	Volym (m <sup>3</sup> fub)
<b>H1a</b>	75,66	11 406	33 567
<b>H1aVK1</b>	44,16	6 657	19 592
<b>H1aVK2</b>	75,87	11 437	33 660
<b>H1aVK3</b>	73,95	11 148	32 808
<b>H1aVK4</b>	73,45	11 073	32 586
<b>H1aVK5</b>	70,46	10 622	31 260
<b>H2a</b>	77,18	11 519	33 901
<b>H2aVK1</b>	72,32	10 794	31 766
<b>H2aVK2</b>	74,23	11 079	32 605
<b>H2aVK3</b>	73,86	11 024	32 442
<b>H2aVK4</b>	73,66	10 994	32 354
<b>H2aVK5</b>	70,19	10 476	30 830
<b>H2aVK6</b>	68,58	10 236	30 123

Av Tabell 14 framgår att vältkategorisering av layouterna I1a och I2a gav ett resultat som var bättre grundlayouten, nämligen simulering I1aVK2. Att vältkategorisera layout I1a genom att den minsta klassen får två av de vridna vältorna kategoriserade, ger 72 m<sup>3</sup>fub extra jämfört med att inte vältkategorisera.

Tabell 14. Vältkategorisering av I1a och I2a, med sidoarean 15 125 m<sup>2</sup> respektive 15 025 m<sup>2</sup>

Simuleringskod	FG (%)	Sidoarea*FG	Volym (m <sup>3</sup> fub)
<b>I1a</b>	75,11	11 360	33 433
<b>I1aVK1</b>	54,4	8 228	24 215
<b>I1aVK2</b>	75,27	11 385	33 505
<b>I1aVK3</b>	73,48	11 114	32 708
<b>I1aVK4</b>	73	11 041	32 494
<b>I1aVK5</b>	70,1	10 603	31 203
<b>I1aVK6</b>	74,12	11 211	32 993
<b>I2a</b>	76,09	11 433	33 646
<b>I2aVK1</b>	74,14	11 140	32 783
<b>I2aVK2</b>	73,09	10 982	32 319
<b>I2aVK3</b>	72,55	10 901	32 080
<b>I2aVK4</b>	69,32	10 415	30 652
<b>I2aVK5</b>	67,81	10 188	29 984

#### ***Vältkategorisering av de bästa från sidoarea\*fyllnadsgrad***

Även här ska tabellerna läsas uppifrån och ner för att följa simuleringsstegen. Metodiken är den samma som för de vältkategoriseringar som gjorts ovan, men ny layout används inte när vältutrymmet inte räcker till för de två minsta klasserna, helt enkelt för att de vridna vältorna är tillräckligt många. Urvalet av grundlayouter bygger dock på de layouter som var bäst i de fyra kategorierna för resultatparametern *sidoarea\*fyllnadsgrad*. Exakt hur layouterna har vältkategoriserats framgår av Bilaga 7.

Tabell 15 visar vältkategorisering av A3a, denna layout har varken vältstopp eller utbyggnad. Av simuleringarna framgår att ingen vältkategorisering av layout A3a lyckades ge ett bättre resultat än i grundutförandet. Det gick alltså inte öka den lagrade volymen innan sågen hade startat genom att kategorisera någon eller några av de vridna vältorna till den minsta eller till de bägge minsta timmerklasserna.

Tabell 15. Vältkategorisering av A3a, med sidoarean 14 800 m<sup>2</sup>

Simuleringskod	FG (%)	Sidoarea*FG	Volym (m <sup>3</sup> fub)
<b>A3a</b>	80,19	11 868	34 928
<b>A3aVK1</b>	31,2	4 618	13 590
<b>A3aVK2</b>	61,89	9 160	26 957
<b>A3aVK3</b>	77,69	11 498	33 839
<b>A3aVK4</b>	77,16	11 420	33 608
<b>A3aVK5</b>	76,54	11 328	33 338
<b>A3aVK6</b>	75,07	11 110	32 698
<b>A3aVK7</b>	74,32	10 999	32 371
<b>A3aVK8</b>	73,85	10 930	32 166
<b>A3aVK9</b>	76,3	11 292	33 233
<b>A3aVK10</b>	75,85	11 226	33 037
<b>A3aVK11</b>	73,32	10 851	31 935
<b>A3aVK12</b>	72,67	10 755	31 652
<b>A3aVK13</b>	71,28	10 549	31 047
<b>A3aVK14</b>	68,8	10 182	29 967
<b>A3aVK15</b>	67,03	9 920	29 196
<b>A3aVK16</b>	66,62	9 860	29 017

Tabell 16 visar resultaten av de vältkategoriseringar som gjordes av layout A4b. Ingen av de gjorda simuleringarna gav ett bättre resultat än grundlayouten. Den bästa lösningen av vältkategorisering skedde i simulering A4bVK2, där två vridna välter kategoriserats till den minsta klassen, simuleringen gav en lagrad volym på 39 440 m<sup>3</sup>fub. Näst bästa vältkategorisering blev i simulering A4bVK6, där de bägge minsta klasserna fick dela på 5 av de vridna vältorna. Där blev den lagrade volymen 39 248 m<sup>3</sup>fub.

Tabell 16. Vältkategorisering av A4b, med sidoarean 17 100 m<sup>2</sup>

Simuleringskod	FG (%)	Sidoarea*FG	Volym (m <sup>3</sup> fub)
<b>A4b</b>	79,23	13 548	39 873
<b>A4bVK1</b>	46,99	8 035	23 648
<b>A4bVK2</b>	78,37	13 401	39 440
<b>A4bVK3</b>	77,3	13 218	38 901
<b>A4bVK4</b>	77,05	13 176	38 775
<b>A4bVK5</b>	76,6	13 099	38 549
<b>A4bVK6</b>	77,99	13 336	39 248
<b>A4bVK7</b>	77,56	13 263	39 032
<b>A4bVK8</b>	76,33	13 052	38 413
<b>A4bVK9</b>	75,57	12 922	38 031
<b>A4bVK10</b>	73,76	12 613	37 120
<b>A4bVK11</b>	73,2	12 517	36 838
<b>A4bVK12</b>	71,18	12 172	35 821
<b>A4bVK13</b>	70,88	12 120	35 670

Av Tabell 17 framgår det att ingen vältkategorisering gav ett resultat som överträffade grundlayout IU3a. För att slå IU3a utan vältkategorisering var en simulering med vältkategorisering tvungen att nå över 80,8 % i fyllnadsgrad och då komma över 50 055 m<sup>3</sup>fub i lagrad volym. Närmast att slå IU3a var simulering IU3aVK3, med tre av de vridna vältorna kategoriserade till den minsta klassen.

Tabell 17. Vältkategorisering av IU3a, med sidoarean 21 050 m<sup>2</sup>

Simuleringskod	FG (%)	Sidoarea*FG	Volym (m <sup>3</sup> fub)
<b>IU3a</b>	80,8	17 008	50 055
<b>IU3aVK1</b>	34,19	7 197	21 181
<b>IU3aVK2</b>	77,49	16 312	48 005
<b>IU3aVK3</b>	79,06	16 642	48 978
<b>IU3aVK4</b>	77,69	16 354	48 129
<b>IU3aVK5</b>	77,4	16 293	47 949
<b>IU3aVK6</b>	76,8	16 166	47 577
<b>IU3aVK7</b>	75,59	15 912	46 828
<b>IU3aVK8</b>	78,25	16 472	48 476
<b>IU3aVK9</b>	77,06	16 221	47 739
<b>IU3aVK10</b>	76,46	16 095	47 367
<b>IU3aVK11</b>	76,06	16 011	47 119
<b>IU3aVK12</b>	74,29	15 638	46 023
<b>IU3aVK13</b>	73,34	15 438	45 434
<b>IU3aVK14</b>	72,48	15 257	44 901
<b>IU3aVK15</b>	71,19	14 985	44 102
<b>IU3aVK16</b>	70,45	14 830	43 644
<b>IU3aVK17</b>	67,13	14 131	41 587

I Tabell 18 åskådliggörs resultaten av vältkategorisering på grundlayouten AU3b. Vilken var den simulering som gav högst volym när både vältstopp och utbyggnad hade gjorts. Att vältkategorisera AU3b ger i ett fall bättre resultat, nämligen simulering AU3bVK3. Den simuleringen ger 14 m<sup>3</sup>fub extra.

Tabell 18. Vältkategorisering av AU3b, med sidoarean 23 705 m<sup>2</sup>

Simuleringskod	FG (%)	Sidoarea*FG	Volym (m <sup>3</sup> fub)
AU3b	79,31	18 800	55 329
AU3bVK1	33,44	7 927	23 329
AU3bVK2	74,57	17 677	52 023
AU3bVK3	79,33	18 805	55 343
AU3bVK4	78,33	18 568	54 646
AU3bVK5	76,06	18 030	53 062
AU3bVK6	75,05	17 791	52 357
AU3bVK7	79,23	18 781	55 274
AU3bVK8	78,57	18 625	54 813
AU3bVK9	77,67	18 412	54 185
AU3bVK10	75,59	17 919	52 734
AU3bVK11	74,67	17 701	52 092
AU3bVK12	74,35	17 625	51 869
AU3bVK13	72,95	17 293	50 892
AU3bVK14	72,9	17 281	50 858
AU3bVK15	71,61	16 975	49 958
AU3bVK16	70,63	16 743	49 274

### Vältkategorisering av de två största klasserna

Tabell 19 visar resultaten av vältkategorisering av de två största klasserna i simuleringarna A3a, A4b, IU3a och AU3b. För denna vältkategorisering testades bara en kombination av tilldelade vältor, nämligen att ge de två största klasserna 5 % var, av alla vältor på timmerplanen. Denna typ av vältkategorisering gav inget högre resultat än grundsimuleringarna. 3 % i fyllnadsgrad var den minsta skillnaden som uppmättes, som framgår av IU3a. Att vältkategorisera de två största timmerklasserna, i timmerplanens nuvarande skepnad, skulle göra att det gick att lagra 2 152 m<sup>3</sup> fub mindre än om alla timmerklasser fick placeras fritt över hela timmerplanen. Dock borde transportsträckan minska om de största klasserna får ligga närmast sågen.

Tabell 19. Vältkategorisering (VK) av de två största klasserna i simuleringarna A3a, A4b, IU3a och AU3b

Layout	FG (%)	Volym (m <sup>3</sup> fub)	FG för VK (%)	Volym för VK (m <sup>3</sup> fub)	Δ FG (%)	Δ Volym (m <sup>3</sup> fub)
A3a	80,19	34 928	75,25	32 776	5	2 152
A4b	79,23	39 873	76,51	38 504	3	1 369
IU3a	80,8	50 055	76,42	47 342	4	2 713
AU3b	79,31	55 329	75,26	52 504	4	2 825



### **Vältkategorisering i områden efter stocklängd**

I Tabell 20 visas resultaten av de simuleringar där timmer längre än 4,59 meter lades i område A och kortare i områden B och C, se Figur 9. Bredden på vältorna i område A är 8 meter, men i område B och C endast 6 meter. Resultaten är innan sågen har startat. Simuleringarnas sammansättningar av vältor hittas i Bilaga 2. Främsta simulering blev OVK3, med en volym på 37 228 m<sup>3</sup>fub. Observera att denna uppdelning inte har något att göra med ABC-analysen.

Tabell 20. Simuleringsresultat av vältkategorisering till områdena A, B och C

<b>Simulering</b>	<b>FG (%)</b>	<b>Sidoarea (m<sup>2</sup>)</b>	<b>FG*Sidoarea (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volym (m<sup>3</sup>fub)</b>
<b>OVK1</b>	67,89	17500	11 881	34 965
<b>OVK2</b>	71,49	17150	12 261	36 083
<b>OVK3</b>	73,76	17150	12 650	37 228
<b>OVK4</b>	67,55	17150	11 585	34 094

I Tabell 21 har vältkategorisering gjorts på simulering OVK3, där dess A-område har förblivit intakt men område B och C har fått vältorna på kortsidorna vridna av olika längd, se Figur 10. Den högsta lagervolymen på timmerplanen innan sågen startat mättes upp till 36 154 m<sup>3</sup>fub, av simulering KVK9.

Tabell 21. Vältkategorisering i tre områden, A, B och C

<b>Simulering</b>	<b>FG (%)</b>	<b>Sidoarea (m<sup>2</sup>)</b>	<b>FG*Sidoarea (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volym (m<sup>3</sup>fub)</b>
<b>KVK1</b>	72,71	16520	12 012	35 350
<b>KVK2</b>	71,35	16660	11 887	34 983
<b>KVK3</b>	70,53	16800	11 849	34 872
<b>KVK4</b>	72,25	16590	11 986	35 275
<b>KVK5</b>	71,65	16730	11 987	35 278
<b>KVK6</b>	71,2	16870	12 011	35 349
<b>KVK7</b>	73,52	16660	12 248	36 047
<b>KVK8</b>	72,97	16800	12 259	36 078
<b>KVK9</b>	72,52	16940	12 285	36 154

Tabell 22 visar resultaten från vältkategoriseringar i tre områden. Skillnaden mot simuleringsomgången i Tabell 21 är att område A har fått fler vältor, medan område B och C förändrades i tre steg under simuleringarna, där de vridna vältornas längd är 30-24-18 meter, se Bilaga 2. Den högsta lagrade volymen blev 38 169 m<sup>3</sup>fub, vilket uppmättes i simulering LVK1.

Tabell 22. Vältkategorisering av timmerplanen i tre områden, A, B och C

<b>Simulering</b>	<b>FG (%)</b>	<b>Sidoarea (m<sup>2</sup>)</b>	<b>FG*Sidoarea (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volym (m<sup>3</sup>fub)</b>
<b>LVK1</b>	77,2	16800	12 970	38 169
<b>LVK2</b>	77,13	16730	12 904	37 976
<b>LVK3</b>	76,59	16660	12 760	37 552

I Tabell 23 framgår de resultat som är en vidareutveckling på simulering LVK1. Område B och C har förblivit intakt från originalet, men i område A har kortsidorna simulerats med vridna vältor, se Bilaga 2. TVK1 fick högst volym på 37 007 m<sup>3</sup>fub.

Tabell 23. Vältkategorisering i tre områden

Simulering	FG (%)	Sidoarea (m <sup>2</sup> )	FG*Sidoarea (m <sup>2</sup> )	Volym (m <sup>3</sup> fub)
<b>TVK1</b>	76,21	16500	12 575	37 007
<b>TVK2</b>	75,18	16450	12 367	36 396
<b>TVK3</b>	74,44	16400	12 208	35 928

Tabell 24 visar resultatet från simulering RVK1. Simuleringen bygger på KVK9 och TVK1, där de bästa A-området tagits från TVK1 och B- och C-områdena kommer ifrån KVK9, se Bilaga 2. Den lagrade volymen blev 36 435 m<sup>3</sup>fub.

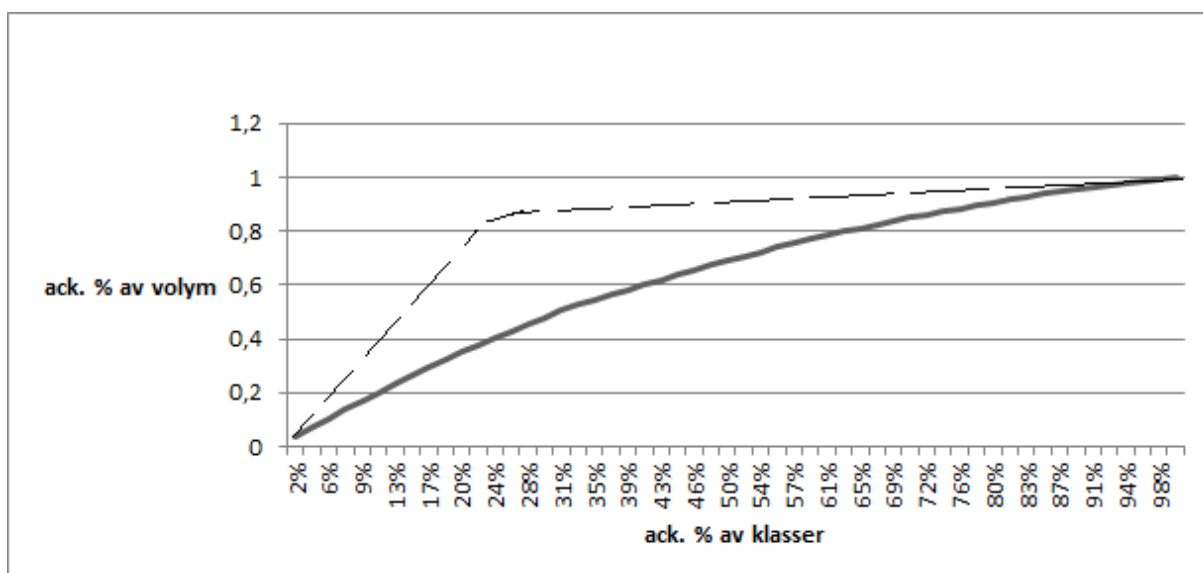
Tabell 24. vältkategorisering i tre områden

Simulering	FG (%)	Sidoarea (m <sup>2</sup> )	FG*Sidoarea (m <sup>2</sup> )	Volym (m <sup>3</sup> fub)
<b>RVK1</b>	74,4	16640	12 380	36 435

Den allra bästa lösningen för att kategorisera områdena A, B och C blev simulering LVK1, område A har 58 vältor som är 45 meter långa och område B och C har var och en 15 vältor av längden 45 meter och sju vältor som är 30 meter långa. Simuleringen, som är en form av vältkategorisering, ger 38 169 m<sup>3</sup>fub. Den volymen ska jämföras med det bästa resultatet där timmerplanen inte är utbyggd eller vältorna har vältstopp. Tidigare vältkategoriseringar, där en eller två klasser har kategoriserats, har inte överträffat denna siffra. Närmast ligger layout A3a, som har tre områden av vridna vältor, på en lagrad volym av 34 928 m<sup>3</sup>fub. Vältkategorisering i tre områden efter stockarnas längd ger alltså en möjlighet att lagra 3 241 m<sup>3</sup>fub mer. Orsaken är givetvis att fler vältor finns tillgängliga på grund av att vältornas bredd är två meter kortare i område B och C.

## ABC-analys

Figur 13 visar en ABC-analys av de 54 timmerklasserna, vilka åskådliggörs i den heldragna linjen. Den streckade linjen visar hur en linje kan se ut där 20 % av klasserna står för ca 80 % av volymen. Dessa linjer faller inte samman för att fördelningen av timmer i volym mellan de 54 timmerklasserna är relativt jämn. Om några få klasser hade stått för en stor del av den totala volymen som ankommer timmerplanen hade en uppdelning efter timmerklasser storlek varit motiverad enligt ABC-analysen. Dock är det skillnad mellan klasserna, den minsta klassens årliga volym är 6 432 m<sup>3</sup>fub och den största klassen är 40 195 m<sup>3</sup>fub. Även om inte ABC-analysen säger att det är lönsamt att dela in områden till klasser efter volym, så finns det ändå vinster att göra med tanke på minskade transportsträckor. I Tabell 19 har en form av simuleringar gjorts, där områden av timmerplanen som ligger nära sågen, tilldelats klasser som är av de största. Det borde vara positivt för transportarbetet, men det visade sig att den möjliga volym som gick att lagra minskade.



Figur 13. ABC-analys.

## Diskussion

Huvudsyftet med arbetet har varit att åstadkomma en hög fyllnadsgrad på timmerplanen för att på så sätt få ett högt kapacitetsutnyttjande av lagerutrymmet. Dessutom är målet att kunna lagra tillräckliga volymer för att ge sågen möjlighet att såga långa sågserier, som därmed ger färre ompostningar och minskade stopptidskostnader. För att uppnå syftet har effekterna av olika timmerplanslösningar simulerats och utvärderats. Vältors längd och antal har varierats, dessa har i sin tur testats med vältstopp. Även betydelsen av att bygga ut timmerplanen har studerats, samt konsekvenserna av att kategorisera vältor eller områden av timmerplanen till specifika klasser. Dessutom har kalkyler gjorts på värdet av att minska stopptidskostnaderna.

### Huvudresultat

#### *Fyllnadsgraden vid olika layouter*

Den maximala fyllnadsgraden innan sågen startat har analyserats. Även om värdet inte gäller under tiden sågen går, så kan ändå det resultatet användas för att översiktligt jämföra layouternas simuleringar med varandra. Dock visade det sig att de layouter som fick högst fyllnadsgrad inte var de som kunde lagra störst volym. Anledningen var att deras layouter innehöll relativt många vältor och därmed fler vältändar med lutning som minskade det totala utrymmet att lagra timmer i. Inte heller de layouterna med det största tillgängliga lagringsutrymmet kunde lagra mest volym. Utan layouter med relativt hög fyllnadsgrad, samtidigt som de fortfarande har ett stort utrymme för volym tillgängligt, gav de största lagrade volymerna. Vidare var de layouter med en truckväg inom vältområdet inte positivt för den lagrade volymen, helt enkelt för att vältplatser försvann i och med den 15 meter breda truckvägen.

#### *Vältkategorisering*

Simuleringarna visade att lagringskapaciteten kunde höjas om timmerplanen vältkategoriseras i tre områden efter stocklängd. Främsta anledningen till en ökad lagringskapacitet var att det blev mer vältplats när vissa vältor reducerades från åtta till sex meters bredd. Den maximala lagringsvolymen för timmerplanen i sin nuvarande skepnad blev 38 169 m<sup>3</sup>fub, då vältkategorisering i områden efter timrets längder simulerades. Dock finns det en risk med att göra vältor av olika bredd. Timmerflödet kan variera, så att det blir ett större timmerflöde ifrån de klasserna med timmer längre än 4,3 meter. Då skulle inte det tilldelade området för de långa timmerstockarna räcka till och de skulle heller inte kunna placeras i de vältor som är anpassade för de kortare stockarna, helt enkelt för att de inte får plats i de sex meter breda vältorna.

Vältkategorisering där en eller två klasser tilldelades en eller några vältplatser gav i några fall en marginell ökad lagringskapacitet. Dock kan denna typ av vältkategorisering vara en fördel om transportarbetet ska minskas då placering av stora klasser kan läggas närmast sågen, medan små klasser kan placeras längst ifrån sågen.

#### *Betydelsen av utbyggnad och vältstopp*

Huruvida timmerplanens lagringskapacitet är tillräcklig för att lyckas såga 1 100 000 m<sup>3</sup>fub per år är svårt att med säkerhet uttala sig om, och detta har inte heller analyserats i arbetet. Men den nuvarande timmerplanens möjligheter har analyserats och om inte den förmår leverera tillräckliga volymer timmer är utvägen att investera i antingen vältstopp och/eller utbyggnad av timmerplanen. Att investera i vältstopp, för alla vältorna, kommer öka den möjliga volym timmer som går att lagra, innan sågen startat, med cirka 5 000 m<sup>3</sup>fub, oavsett

om vältstoppen läggs till på nuvarande eller utbygg timmerplan. Konsekvensen av att bygga ut timmerplanen med 15 meter, blir att cirka 15 000 m<sup>3</sup> fub mer går att lagra innan sågen börjat såga timmerklasserna.

En ekonomisk beräkning, i form av Paybackmetoden, har gjorts av de olika investeringarna. Resultatet visade på att en utbyggnad av timmerplan kan återbetala sig på 0,71 år och investeringen i vältstopp tar 1,68 år att återbetala sig, grundat på minskade stopptidskostnaderna. Om det finns ett behov av större lagringskapacitet, för att i första hand minska stopptidskostnaden, är en utbyggnad av timmerplanen att rekommendera.

## Teorikoppling

Lumsden (2006) ger en omfattande definition av logistik, där förflyttning av materiel i hela förädlingskedjan ingår. Uppgiften för detta arbete riktar sig mot en liten del av kedjan mellan råvara och slutkund, nämligen timmerhanteringen på timmerplanen hos ett sågverk. Men även där är en effektiv logistik av stor betydelse. Jonsson och Mattsson (2005) beskriver hur logistiken kan mätas i form av variablerna kundservice, kostnader, kapitalbindning, flexibilitet, tid och miljö. Trots att alla variablerna är viktiga, anser de att en samordning av hela kedjan ger större total vinst än att optimera de enskilda delarna var för sig. Syftet med detta arbete är att kunna lagra maximalt med timmer på befintlig timmerplansyta, vilket borde ge ökad kapitalbindning. Den kostnaden är Holmen Timber beredd att ta och de har i nuläget inte något val, med tanke på att investeringen i sågverket är genomförd. Dock kommer en såg som sågar på ett effektivt sätt att omsätta lagret snabbare. Sågverkets målsättning är att såga stora volymer till låg styckkostnad, då krävs en stor omsättning genom hela sågverket. Utifrån Dupontmodellen är det ett sätt att nå en god avkastningsgrad.

Att vissa timmerplanslayouter är bättre än andra, sett till fyllnadsgrad och lagrad volym, beror troligen på att det är en fördel att ha vältor av olika längder framför en längd, eftersom det är 54 timmerklasser i varierande storlek som i sin tur befinner sig i ett dynamiskt system och därmed är i behov av olika stora utrymmen. Om Simsaw inte är inställt att vältkategorisera kommer det ske en slumpmässig fördelning av vältor till timmerklasserna. Detta är inte optimalt med avseende på truckarnas transportarbete då stora klasser enligt ABC-metoden bör ligga nära sågen.

Ett rimligt antagande är att styrning och planering av sågordningen kan påverka den möjliga volym som går att lagra. Genom att inte tillåta timmerklasser växa sig så stora att de t.ex. ockuperar en hel vält samt en vält till endast en liten del, vilket kan innebära ett ineffektivt sätt att utnyttja timmerplanen på. Dock måste alla klasser sågas någon gång och kunders efterfrågan samt skadeaspekten av att lagra timmer allt för länge påverkar när en klass kommer att sågas. Enligt Chopra och Meindl (2011) är förädlingskedjans målsättning att uppnå så stort värde för kunden till en så låg kostnad för hela kedjan som möjligt, därför bör beslut som berör enskilda delar avspegla betydelsen för hela kedjan. I praktiken innebär det att beslut måste fattas för företagets bästa och då är timmerplanen en del i sammanhanget där det övergripande målet är viktigare att uppfylla än att optimera timmerplanen till fullo.

## Rekommendationer

För att konstruera timmerplanen, med avseende på att kunna lagra så mycket volym som möjligt, kan följande förslag beaktas:

- Utan att vältkategorisera timmerplanen och inte göra några investeringar är den bästa lösningen att skapa 82 vältor av längden 45 meter och tre av de fyra

kortsidorna görs om till vridna vältor av längden 16 meter, där varje område har fem vältor. Totalt blir det 97 vältor på timmerplanen. Alla vältor är åtta meter breda. Förslaget ger en lagringsvolym innan sågen startat på 34 928 m<sup>3</sup>fub.

- På nuvarande timmerplan är det möjligt att vältkategorisera områden efter stocklängd och därmed skapa områden med vältor som är sex meter breda. Layoutens konstruktion har ett område med 58 vältor av bredden åtta och längden 45 meter. Övriga två områden har var och en 15 vältor av bredden sex och längden 45 meter, dessutom har området kortsidor vridna vältor av längden 30 och bredden sex meter. Med beskriven layout blir den möjliga lagringsvolymen innan såg har startat 38 169 m<sup>3</sup>fub.
- Om den lagrade volymen inte är tillräcklig, som går att nå med nuvarande timmerplansmått, bör investeringen i utbyggnad ske i första hand. Då är det möjligt att nå en lagringsvolym före sågen startat av 50 055 m<sup>3</sup>fub, med en layout som innehåller 80 vältor av längden 60 och bredden åtta meter. Dessutom är sju vältor av längden 20 och bredden åtta meter vridna i tre av kortsidorna. Totalt blir det 101 vältor.
- I fall ännu större lagringskapacitet krävs går det att lägga till vältstopp på vältorna. Detta ger en ökning av cirka 5 000 m<sup>3</sup>fub. Både vid nuvarande timmerplansmått och vid en utbyggnad.

För att minimera truckarnas transportarbete ska onödigt arbete undvikas, följande rekommendationer bör därför beaktas:

- I den mån det går ska timmerklassernas storlek, i termer av volymsomsättning, avgöra vältplats. Stor klass hamnar därför nära sågen och liten klass långt ifrån sågen. Om vältplatserna inte är fast knutna till vissa klasser kan en värderingslista skapas, som bygger på klassernas storlek, den kan ge vägledning när en klass ska få en ny välta på timmerplanen.
- Enligt Ståhl (2011) finns det en risk med att låta timmer av de grövsta dimensionerna ligga för långt ifrån sågen, då sågen kan såga slut på det timret som levererats till sågbordet innan ny leverans kommit fram. Beroende på att antalet stockar som får plats i gripen på truckarna minskar med stockarnas grovlek. Därför måste de klasserna placeras i vältor som ligger på ett sådant avstånd från sågen att sågen inte hinner såga slut innan ny leverans kommit fram. Hur långt det avståndet är har inte studerats i arbetet.
- Att vrida vältorna i några av timmerplanens kortsidor har visat sig vara positivt för volymen, men ett antagande är att truckarnas transportarbete kommer öka om de får åka runt till timmerplanens kortsidor för att göra avlägg. Skulle det extra arbetet medföra en så pass hög kostnad jämfört med vinsten av den volym (1 494 m<sup>3</sup>fub) som skapas av att vrida vältorna, borde det inte heller vara motiverat att ändra timmerplanens konstruktion.

## **Begränsningar och framtida studier**

Truckarnas transportarbete som en konsekvens av olika timmerplanskonstruktioner har inte varit möjligt att utvärdera i Simsaw. I tidigare studier av Lindgren (2009) och Lundahl (2009) har truckarnas transportarbete analyserats som en följd av timmerplanens konstruktion och deras arbeten säger att det finns vinster att nå med en effektiv logistik kring timmerplanen. Därför borde Holmen Timber studera hur kostnaderna av transportarbete skiljer sig vid olika upplägg.

Inför ett beslut om investering i vältstopp eller utbyggnad bör behovet av den ökade lagringskapaciteten som investeringen medför utvärderas. Även en noggrannare ekonomisk kalkyl på vald investering kan göras, som tar hänsyn till fler parametrar än investeringskostnaden och stopptidskostnaden.

Simsaw klarar endast att hantera fem vältkategoriseringsrestriktioner, där en eller flera vältor tilldelas paras ihop med en eller flera timmerklasser. Därför är det inte möjligt att simulera och utvärdera effekterna när alla 54 timmerklasserna har sina egna vältplatser. För denna uppgift krävs ett mer avancerat program, samtidigt som resultaten borde vara intressanta.

# Referenser

## Litteratur

- Andersson, G. (2001). Kalkyler som beslutsunderlag, 5:e uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Bell, J. (2000). Introduktion till forskningsmetodik, 3:e uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Chopra, S. & Meindl P. (2010). Supply Chain Management- Strategy, Planning & Operation. Pearson Education.
- Edlund, P-O. Högberg, O. Leonardz, B. (2009). Beslutsmodeller – redskap för ekonomisk argumentation. 4:e uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Jonsson, P., Mattsson, S. A. (2005). Logistik: Läran om effektiva materialflöden. Lund: Studentlitteratur
- Lindgren, R. (2009). Analys av GPS Timber vid Rundviks sågverk. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala.
- Lumsden, K. (2006). Logistikens grunder. Studentlitteratur.
- Wänstedt, J (2006). Kvalitetsbrister i timmerhanteringen på ett sågverk. Luleå tekniska universitet.

## Rapporter

- Lundahl, C-G. (2009). *Loggning och optimering av timmerhantering*. Träcentrum norr.

## Internet

- Holmen Timber (2011a) – Följ bygget av Bravikens sågverk. Tillgänglig:  
<http://www.holmen.com/sv/Produkter/Travaror/Om-Holmen-Timber/Bravikens-Sagverk1/Folj-bygget/>  
[2011-05-03]
- Holmen Timber (2011b) – Iggesunds sågverk. Tillgänglig: <http://www.holmen.com/sv/Produkter/Travaror/Om-Holmen-Timber/Iggesunds-Sagverk1/> [2011-04-15]
- Holmen Timber (2011c) – Bravikens sågverk, rapport nr. 1, 2008. Tillgänglig:  
<http://www.holmen.com/Global/Documents/Products/Wood/Juni2008.pdf> [2011-04-15]
- Holmen Timber (2011e) – Utrustning. Tillgänglig: <http://www.holmen.com/sv/Produkter/Travaror/Om-Holmen-Timber/Bravikens-Sagverk1/Utrustning/> [2011-04-15]
- Holmen timber (2011d) – Folder Bravikens sågverk. Tillgänglig:  
<http://www.holmen.com/Global/Documents/Products/Wood/Braviken6sidor.pdf> [2011-05-23]
- Nationalencyklopedin (2011) - Sökord: simulering. Tillgänglig: <http://www.ne.se/simulering/1033775> [2011-05-06]

## Personlig kommunikation

- Ståhl, G. Produktionsplanerare Bravikens Sågverk. Kontinuerliga samtal, januari till maj 2011.
- Erlandsson, Jonas. System Forest & Timber AB. Telefonintervju, 10 februari 2011.



## Bilagor

### Bilaga 1.

Alla layouter finns utan vältstopp (a) och med vältstopp (b). Dock är det inget som påverkar vältorna, varken till längden eller också antalet. Alla vältor i Bilaga 1 är 8 m breda. Se även Figur 8.

Layout	Vältornas sammansättning (antal*längd)	Totalt antal vältor
A1:	(44+42)*45 m 5*16 m	91
A2:	(44+40)*45 m (2*5)*16 m	94
A3:	(40+42)*45 m (3*5)*16 m	97
A4:	(40+40)*45 m (4*5)*16 m	100
AU1:	(44+42)*60 m 7*16 m	93
AU2:	(42+42)*60 m (2*7)*16 m	98
AU3:	(42+40)*60 m (3*7)*16 m	103
AU4:	(40+40)*60 m (4*7)*16 m	108
B1:	(41+44)*45 m 5*24 m	90
B2:	(41+41)*45 m (2*5)*24 m	92
B3:	(38+41)*45 m (3*5)*24 m	94
B4:	(38+38)*45 m (4*5)*24 m	96
BU1:	(41+44)*60 m 7*24 m	92

<b>BU2:</b>	(41+41)*60 m (2*7)*24 m	96	
<b>BU3:</b>	(38+41)*60 m (3*7)*24 m	100	
<b>BU4:</b>	(38+38)*60 m (4*7)*24 m	104	
<b>C1:</b>	(44+40)*45 m 5*32 m	89	
<b>C2:</b>	(40+40)*45 m (2*5)*32m		90
<b>C3:</b>	(36+40)*45 m (3*5)*32 m	91	
<b>C4:</b>	(36+36)*45 m (4*5)*32 m	92	
<b>CU1:</b>	(44+40)*60 m 7*32 m	91	
<b>CU2:</b>	(40+40)*60 m (2*7)*32 m	94	
<b>CU3:</b>	(40+36)*60 m (3*7)*32 m	97	
<b>CU4:</b>	(36+36)*60 m (4*7)*32 m	100	
<b>D1:</b>	(44+38)*45 m 10*16 m	92	
<b>D2:</b>	(44+32)*45 m (2*10)*16 m	96	
<b>D3:</b>	(44+26)*45 m (3*10)*16 m	100	
<b>D4:</b>	(44+20)*45 m (4*10)*16 m	104	
<b>D5:</b>	(44+14)*45 m (5*10)*16 m	108	

<b>D6:</b>	(44+8)*45 m (6*10)*16 m	112
<b>D7:</b>	(8+38)*45 m (7*10)*16 m	116
<b>D8:</b>	(8+32)*45 m (8*10)*16 m	120
<b>D9:</b>	(8+26)*45 m (9*10)*16 m	124
<b>D10:</b>	(8+20)*45 m (10*10)*16 m	128
<b>D11:</b>	(8+14)*45 m (11*10)*16 m	132
<b>D12:</b>	(8+8)*45 m (12*10)*16 m	136
<b>DU1:</b>	(44+38)*60 m 14*16 m	96
<b>DU2:</b>	(44+32)*60 m (2*14)*16 m	104
<b>DU3:</b>	(44+26)*60 m (3*14)*16 m	112
<b>DU4:</b>	(44+20)*60 m (4*14)*16 m	120
<b>DU5:</b>	(44+14)*60 m (5*14)*16 m	128
<b>DU6:</b>	(44+8)*60 m (6*14)*16 m	136
<b>DU7:</b>	(8+38)*60 m (7*14)*16 m	144
<b>DU8:</b>	(8+32)*60 m (8*14)*16 m	152
<b>DU9:</b>	(8+26)*60 m (9*14)*16 m	160
<b>DU10:</b>	(8+20)*60 m (10*14)*16 m	168

<b>DU11:</b>	(8+14)*60 m (11*14)*16 m	176
<b>DU12:</b>	(8+8)*60 m (12*14)*16 m	184
<b>E1:</b>	(44+36)*45 m 10*24 m	90
<b>E2:</b>	(44+28)*45 m (2*10)*24 m	92
<b>E3:</b>	(44+20)*45 m (3*10)*24 m	94
<b>E4:</b>	(44+12)*45 m (4*10)*24 m	96
<b>E5:</b>	(44+4)*45 m (5*10)*24 m	98
<b>E6:</b>	(4+36)*45 m (6*10)*24 m	100
<b>E7:</b>	(4+28)*45 m (7*10)*24 m	102
<b>E8:</b>	(4+20)*45 m (8*10)*24 m	104
<b>E9:</b>	(4+12)*45 m (9*10)*24 m	106
<b>E10:</b>	(4+4)*45 m (10*10)*24 m	108
<b>EU1:</b>	(44+36)*60 m 14*24 m	94
<b>EU2:</b>	(44+28)*60 m (2*14)*24 m	100
<b>EU3:</b>	(44+20)*60 m (3*14)*24 m	106
<b>EU4:</b>	(44+12)*60 m (4*14)*24 m	112

<b>EU5:</b>	(44+4)*60 m (5*14)*24 m	118
<b>EU6:</b>	(4+36)*60 m (6*14)*24 m	124
<b>EU7:</b>	(4+28)*60 m (7*14)*24 m	130
<b>EU8:</b>	(4+20)*60 m (8*14)*24 m	136
<b>EU9:</b>	(4+12)*60 m (9*14)*24 m	142
<b>EU10:</b>	(4+4)*60 m (10*14)*24 m	148
<b>F1:</b>	(44+34)*45 m 10*32 m	88
<b>F2:</b>	(44+24)*45 m (2*10)*32 m	88
<b>F3:</b>	(44+14)*45 m (3*10)*32 m	88
<b>F4:</b>	(44+4)*45 m (4*10)*32 m	88
<b>F5:</b>	(4+34)*45 m (5*10)*32 m	88
<b>F6:</b>	(4+24)*45 m (6*10)*32 m	88
<b>F7:</b>	(4+14)*45 m (7*10)*32 m	88
<b>F8:</b>	(4+4)*45 m (8*10)*32 m	88
<b>FU1:</b>	(44+34)*60 m 14*32 m	92
<b>FU2:</b>	(44+24)*60 m (2*14)*32 m	96
<b>FU3:</b>	(44+14)*60 m (3*14)*32 m	100

<b>FU4:</b>	(44+4)*60 m (4*14)*32 m	104
<b>FU5:</b>	(4+34)*60 m (5*14)*32 m	108
<b>FU6:</b>	(4+24)*60 m (6*14)*32 m	112
<b>FU7:</b>	(4+14)*60 m (7*14)*32 m	116
<b>FU8:</b>	(4+4)*60 m (8*14)*32 m	120
<b>G1:</b>	(44+44)*45 m	88
<b>GU1:</b>	(44+44)*60 m	88
<b>H1:</b>	(44+41)*45 m 5*18 m	90
<b>H2:</b>	(44+39)*45 m 2*5*18 m	93
<b>H3:</b>	(41+39)*45 m (3*5)*18 m	95
<b>H4:</b>	(39+39)*45 m (4*5)*18 m	98
<b>HU1:</b>	(44+41)*60 m 7*18 m	92
<b>HU2:</b>	(44+39)*60 m (2*7)*18 m	97
<b>HU3:</b>	(41+39)*60 m (3*7)*18 m	101
<b>HU4:</b>	(39+39)*60 m (4*7)*18 m	106
<b>I1:</b>	(44+41)*45 m 5*20 m	90
<b>I2:</b>	(44+39)*45 m (2*5)*20 m	93

<b>I3:</b>	(41+39)*45 m (3*5)*20 m	95
<b>I4:</b>	(39+39)*45 m (4*5)*20 m	98
<b>IU1:</b>	(44+41)*60 m 7*20 m	92
<b>IU2:</b>	(44+39)*60 m (2*7)*20 m	97
<b>IU3:</b>	(41+39)*60 m (3*7)*20 m	101
<b>IU4:</b>	(39+39)*60 m (4*7)*20 m	106
<b>J1:</b>	(44+37)*45 m 10*20 m	91
<b>J2:</b>	(44+30)*45 m (2*10)*20 m	94
<b>J3:</b>	(44+23)*45 m (3*10)*20 m	97
<b>J4:</b>	(44+16)*45 m (4*10)*20 m	100
<b>J5:</b>	(44+9)*45 m (5*10)*20 m	103
<b>J6:</b>	(44+2)*45 m (6*10)*20 m	106
<b>J7:</b>	(2+37)*45 m (7*10)*20 m	109
<b>J8:</b>	(2+30)*45 m (8*10)*20 m	112
<b>J9:</b>	(2+23)*45 m (9*10)*20 m	115
<b>J10:</b>	(2+16)*45 m (10*10)*20 m	118
<b>J11:</b>	(2+9)*45 m (11*10)*20 m	121

<b>J12:</b>	(2+2)*45 m (12*10)*20 m	124
<b>JU1:</b>	(44+37)*60 m 14*20 m	95
<b>JU2:</b>	(44+30)*60 m (2*14)*20 m	102
<b>JU3:</b>	(44+23)*60 m (3*14)*20 m	109
<b>JU4:</b>	(44+16)*60 m (4*14)*20 m	116
<b>JU5:</b>	(44+9)*60 m (5*14)*20 m	123
<b>JU6:</b>	(44+2)*60 m (6*14)*20 m	130
<b>JU7:</b>	(2+37)*60 m (7*14)*20 m	137
<b>JU8:</b>	(2+30)*60 m (8*14)*20 m	144
<b>JU9:</b>	(2+23)*60 m (9*14)*20 m	151
<b>JU10:</b>	(2+16)*60 m (10*14)*20 m	158
<b>JU11:</b>	(2+9)*60 m (11*14)*20 m	165
<b>JU12:</b>	(2+2)*60 m (12*14)*20 m	172



## Bilaga 2.

Denna bilaga återger layouterna där timmerplanen är uppdelade i områdena A, B och C (se Figur 9 och 10). I områdena B och C är vältornas bredd 6 meter, men i område A är bredden satt till 8 meter. Vältstopp eller utbyggnad av timmerplanen förekommer inte bland dessa layouter.

Layout	Vältornas sammansättning (antal*längd)	Totalt antal vältor
OVK1	A: 52*45 m B: 24*45 m C: 24*45 m	100
OVK2	A: 54*45 m B: 22*45 m C: 22*45 m	98
OVK3	A: 56*45 m B: 21*45 m C: 21*45 m	98
OVK4	A: 58*45 m B: 20*45 m C: 20*45 m	98
KVK1	A: 56*45 m B1: 18*45 m B2: 7*16 m C1: 18*45 m C2: 7*16 m	106
KVK2	A: 56*45 m B1: 18*45 m B2: 7*18 m C1: 18*45 m C2: 7*18 m	106
KVK3	A: 56*45 m B1: 18*45 m B2: 7*20 m C1: 18*45 m C2: 7*20 m	106
KVK4	A: 56*45 m B1: 17*45 m B2: 7*22 m C1: 17*45 m C2: 7*22 m	104

<b>KVK5</b>	A: 56*45 m B1: 17*45 m B2: 7*24 m C1: 17*45 m C2: 7*24 m	104
<b>KVK5</b>	A: 56*45 m B1: 17*45 m B2: 7*24 m C1: 17*45 m C2: 7*24 m	104
<b>KVK6</b>	A: 56*45 m B1: 17*45 m B2: 7*26 m C1: 17*45 m C2: 7*26 m	104
<b>KVK7</b>	A: 56*45 m B1: 16*45 m B2: 7*28 m C1: 16*45 m C2: 7*28 m	102
<b>KVK8</b>	A: 56*45 m B1: 16*45 m B2: 7*30 m C1: 16*45 m C2: 7*30 m	102
<b>KVK9</b>	A: 56*45 m B1: 16*45 m B2: 7*32 m C1: 16*45 m C2: 7*32 m	102
<b>LVK1</b>	A: 58*45 m B1: 15*45 m B2: 7*30 m C1: 15*45 m C2: 7*30 m	102
<b>LVK2</b>	A: 58*45 m B1: 16*45 m B2: 7*24 m C1: 16*45 m C2: 7*24 m	104

<b>LVK3</b>	A: 58*45 m B1: 17*45 m B2: 7*18 m C1: 17*45 m C2: 7*18 m	106
<b>TVK1</b>	A1: 50*45 m A2: 10*32 m B1: 15*45 m B2: 7*30 m C1: 15*45 m C2: 7*30 m	104
<b>TVK2</b>	A1: 52*45 m A2: 10*24 m B1: 15*45 m B2: 7*30 m C1: 15*45 m C2: 7*30 m	106
<b>TVK3</b>	A1: 54*45 m A2: 10*16 m B1: 15*45 m B2: 7*30 m C1: 15*45 m C2: 7*30 m	108
<b>RVK1</b>	A1: 48*45 m A2: 10*32 m B1: 16*45 m B2: 7*32 m C1: 16*45 m C2: 7*32 m	104

### Bilaga 3.

Bilaga 3 visar de 54 timmerklasserna som timret sorters i. I klasskoden står D för diameter och anger klassbotten i millimeter och L är de olika längdintervallen i decimeter som ingår i klassen.

Klass	Stock (styck)	Volym (m <sup>3</sup> fub)
D135-		
L3743495561	70 428	6 432
D141-L3743	152 741	16 174
D141-L4955	89 796	13 604
D152-L3700	123 249	13 301
D152-L4300	109 164	14 300
D152-L4900	73 069	11 393
D152-L5500	45 778	8 306
D164-L3700	142 617	17 993
D164-L4300	130 732	19 957
D164-L4900	79 232	14 345
D164-L5500	43 577	9 900
D179-L3700	80 112	10 933
D179-L4300	70 428	11 707
D179-L4900	55 902	10 910
D179-L5561	36 535	8 564
D186-L3700	109 164	29 577
D186-L4300	172 549	31 193
D186-L4900	135 574	28 959
D186-L5500	80 112	19 912
D186-L6100	58 984	17 757
D201-L3700	116 647	19 654
D201-L4300	139 976	28 353
D201-L4900	121 489	29 015
D201-L5500	60 744	16 848
D213-L3700	40 496	7 431
D213-L4300	54 142	11 920
D213-L4900	59 864	15 523
D213-L5561	38 735	12 235
D220-L3743	141 297	31 249
D220-L4900	91 557	25 480
D220-L5561	62 065	20 821
D232-L3743	151 421	36 210
D232-L4900	115 326	35 424
D232-L5561	93 758	34 931
D245-L3743	146 138	38 590

D245-L4900	110 484	37 007
D245-L5561	99 920	40 195
D261-L3743	105 202	30 171
D261-L4900	100 360	36 289
D261-L5561	88 475	37 916
D282-L3743	49 300	16 769
D282-L4900	49 300	21 124
D282-L5561	42 257	21 394
D295-L3743	47 979	17 746
D295-L4900	43 577	20 227
D295-L5561	49 300	27 130
D314-L3743	26 411	11 079
D314-L4900	29 052	15 153
D314-L5561	32 573	20 069
D334-L3743	28 171	13 728
D334-L495561	51 060	33 101
D254-L495561	22 009	13 469
D371-L3743	15 406	8 463
D371-L495561	28 611	21 293

---

<b>Total summa</b>	<b>4 312 845</b>	<b>1 121 226</b>
		<b>m<sup>3</sup>fub</b>

#### Bilaga 4.

Bilaga 4 visar hur sågordningen för de 54 sågklasserna har sett ut under simuleringarna. För att få hela sågserien på 432 postningar multipliceras tabellen fyra gånger om.

Block	Ordning	Klass
1	1	D245-L5561
1	2	D245-L3743
1	3	D261-L5561
1	4	D245-L4900
1	5	D261-L4900
1	6	D232-L3743
1	7	D232-L4900
1	8	D232-L5561
1	9	D334-L495561
1	10	D220-L3743
1	11	D186-L4300
1	12	D261-L3743
1	13	D186-L3700
1	14	D201-L4900
1	15	D186-L4900
1	16	D201-L4300
1	17	D295-L5561
1	18	D220-L4900
2	19	D282-L5561
2	20	D371-L495561
2	21	D282-L4900
2	22	D220-L5561
2	23	D295-L4900
2	24	D314-L5561
2	25	D164-L4300
2	26	D186-L5500
2	27	D201-L3700
2	28	D164-L3700
2	29	D186-L6100
2	30	D295-L3743
2	31	D201-L5500
2	32	D282-L3743
2	33	D141-L3743
2	34	D213-L4900
2	35	D314-L4900
2	36	D164-L4900
1	37	D245-L5561

1	38	D245-L3743
1	39	D261-L5561
1	40	D245-L4900
1	41	D261-L4900
1	42	D232-L3743
1	43	D232-L4900
1	44	D232-L5561
1	45	D334-L495561
1	46	D220-L3743
1	47	D186-L4300
1	48	D261-L3743
1	49	D186-L3700
1	50	D201-L4900
1	51	D186-L4900
1	52	D201-L4300
1	53	D295-L5561
1	54	D220-L4900
2	55	D282-L5561
2	56	D371-L495561
2	57	D282-L4900
2	58	D220-L5561
2	59	D295-L4900
2	60	D314-L5561
2	61	D164-L4300
2	62	D186-L5500
2	63	D201-L3700
2	64	D164-L3700
2	65	D186-L6100
2	66	D295-L3743
2	67	D201-L5500
2	68	D282-L3743
2	69	D141-L3743
2	70	D213-L4900
2	71	D314-L4900
2	72	D164-L4900
1	73	D245-L5561
1	74	D245-L3743
1	75	D261-L5561
1	76	D245-L4900
1	77	D261-L4900
1	78	D232-L3743
1	79	D232-L4900
1	80	D232-L5561

1	81	D334-L495561
1	82	D220-L3743
1	83	D186-L4300
1	84	D261-L3743
1	85	D186-L3700
1	86	D201-L4900
1	87	D186-L4900
1	88	D201-L4300
1	89	D295-L5561
1	90	D220-L4900
3	91	D152-L4300
3	92	D334-L3743
3	93	D141-L4955
3	94	D254-L495561
3	95	D152-L3700
3	96	D213-L5561
3	97	D213-L4300
3	98	D179-L4300
3	99	D152-L4900
3	100	D314-L3743
3	101	D179-L3700
3	102	D179-L4900
3	103	D164-L5500
3	104	D179-L5561
3	105	D371-L3743
3	106	D152-L5500
3	107	D213-L3700
3	108	D135- L3743495561



## Bilaga 5.

I Bilaga 5 återges vilka klasser som har kategoriserats till vilka områden på timmerplanen.

Timmerklass	Vältakategori
D245-L5561	A
D261-L5561	A
D245-L4900	A
D261-L4900	A
D232-L4900	A
D232-L5561	A
D334-L495561	A
D201-L4900	A
D186-L4900	A
D295-L5561	A
D282-L5561	A
D371-L495561	A
D282-L4900	A
D220-L5561	A
D295-L4900	A
D314-L5561	A
D186-L5500	A
D186-L6100	A
D201-L5500	A
D213-L4900	A
D314-L4900	A
D164-L4900	A
D141-L4955	A
D254-L495561	A
D213-L5561	A
D152-L4900	A
D179-L4900	A
D164-L5500	A
D179-L5561	A
D152-L5500	A
D135-	
L3743495561	A
D220-L4900	A
D245-L3743	B
D220-L3743	B
D261-L3743	B
D201-L4300	B
D201-L3700	B
D295-L3743	B
D141-L3743	B

D334-L3743	B
D213-L4300	B
D314-L3743	B
D371-L3743	B
D232-L3743	C
D186-L4300	C
D186-L3700	C
D164-L4300	C
D164-L3700	C
D282-L3743	C
D152-L4300	C
D152-L3700	C
D179-L4300	C
D179-L3700	C
D213-L3700	C

## Bilaga 7.

I Bilaga 7 redovisas hur många av de korta och vridna vältorna som är kategoriserade och hur många timmerklasser som kategoriserats. Om det är en timmerklass som är kategoriserad, är det den minsta klassen, i fall det är två klasser är det både den minsta och den nästa minsta klassen.

<b>Simuleringskod</b>	<b>Antal kategoriserade vältor</b>	<b>Antal kategoriserade timmerklasser</b>
<b>A1aVK1</b>	1	1
<b>A1aVK2</b>	2	1
<b>A1aVK3</b>	3	1
<b>A1aVK4</b>	4	1
<b>A1aVK5</b>	5	1
<b>A2aVK1</b>	6	1
<b>A2aVK2</b>	7	1
<b>A2aVK3</b>	8	1
<b>A2aVK4</b>	8	2
<b>A2aVK5</b>	9	2
<b>A2aVK6</b>	10	2
<b>B1aVK1</b>	1	1
<b>B1aVK2</b>	2	1
<b>B1aVK3</b>	3	1
<b>B1aVK4</b>	4	1
<b>B1aVK5</b>	4	2
<b>B1aVK6</b>	5	2
<b>B2aVK1</b>	6	2
<b>B2aVK2</b>	7	2
<b>B2aVK3</b>	8	2
<b>B2aVK4</b>	9	2
<b>C1aVK1</b>	1	1
<b>C1aVK2</b>	2	1
<b>C1aVK3</b>	3	1
<b>C1aVK4</b>	3	2
<b>C1aVK5</b>	4	2
<b>C1aVK6</b>	5	2
<b>C2aVK1</b>	6	2
<b>H1aVK1</b>	1	1
<b>H1aVK2</b>	2	1
<b>H1aVK3</b>	3	1
<b>H1aVK4</b>	4	1

<b>H1aVK5</b>	5	1
<b>H2aVK1</b>	6	1
<b>H2aVK2</b>	6	2
<b>H2aVK3</b>	7	2
<b>H2aVK4</b>	8	2
<b>H2aVK5</b>	9	2
<b>H2aVK6</b>	10	2
<b>I1aVK1</b>	1	1
<b>I1aVK2</b>	2	1
<b>I1aVK3</b>	3	1
<b>I1aVK4</b>	4	1
<b>I1aVK5</b>	5	1
<b>I1aVK6</b>	5	2
<b>I2aVK1</b>	6	2
<b>I2aVK2</b>	7	2
<b>I2aVK3</b>	8	2
<b>I2aVK4</b>	9	2
<b>I2aVK5</b>	10	2

## Bilaga 8.

Bilaga 8 redogör hur många kategoriserade vältor den minsta eller de två minsta timmerklasser har fått tilldelade till sig av de korta och vridna vältorna.

Simuleringskod	Antal kategoriserade vältor	Antal kategoriserade klasser
A3aVK1	1	1
A3aVK2	2	1
A3aVK3	3	1
A3aVK4	4	1
A3aVK5	5	1
A3aVK6	6	1
A3aVK7	7	1
A3aVK8	8	1
A3aVK9	8	2
A3aVK10	9	2
A3aVK11	10	2
A3aVK12	11	2
A3aVK13	12	2
A3aVK14	13	2
A3aVK15	14	2
A3aVK16	15	2
A4bVK1	1	1
A4bVK2	2	1
A4bVK3	3	1
A4bVK4	4	1
A4bVK5	5	1
A4bVK6	5	2
A4bVK7	6	2
A4bVK8	7	2
A4bVK9	8	2
A4bVK10	9	2
A4bVK11	10	2
A4bVK12	11	2
A4bVK13	12	2
IU3aVK1	1	1
IU3aVK2	2	1
IU3aVK3	3	1
IU3aVK4	4	1
IU3aVK5	5	1
IU3aVK6	6	1

<b>IU3aVK7</b>	7	1
<b>IU3aVK8</b>	7	2
<b>IU3aVK9</b>	8	2
<b>IU3aVK10</b>	9	2
<b>IU3aVK11</b>	10	2
<b>IU3aVK12</b>	11	2
<b>IU3aVK13</b>	12	2
<b>IU3aVK14</b>	13	2
<b>IU3aVK15</b>	14	2
<b>IU3aVK16</b>	15	2
<b>IU3aVK17</b>	16	2
<b>AU3bVK1</b>	1	1
<b>AU3bVK2</b>	2	1
<b>AU3bVK3</b>	3	1
<b>AU3bVK4</b>	4	1
<b>AU3bVK5</b>	5	1
<b>AU3bVK6</b>	6	1
<b>AU3bVK7</b>	6	2
<b>AU3bVK8</b>	7	2
<b>AU3bVK9</b>	8	2
<b>AU3bVK10</b>	9	2
<b>AU3bVK11</b>	10	2
<b>AU3bVK12</b>	11	2
<b>AU3bVK13</b>	12	2
<b>AU3bVK14</b>	13	2
<b>AU3bVK15</b>	14	2
<b>AU3bVK16</b>	15	2

# **Publications from The Department of Forest Products, SLU, Uppsala**

## **Rapporter/Reports**

1. Ingemarson, F. 2007. De skogliga tjänstemännens syn på arbetet i Gudruns spår. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
2. Lönnstedt, L. 2007. *Financial analysis of the U.S. based forest industry*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
4. Stendahl, M. 2007. *Product development in the Swedish and Finnish wood industry*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
5. Nylund, J-E. & Ingemarson, F. 2007. *Forest tenure in Sweden – a historical perspective*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
6. Lönnstedt, L. 2008. *Forest industrial product companies – A comparison between Japan, Sweden and the U.S.* Department of Forest Products, SLU, Uppsala
7. Axelsson, R. 2008. Forest policy, continuous tree cover forest and uneven-aged forest management in Sweden's boreal forest. Licentiate thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
8. Johansson, K-E.V. & Nylund, J-E. 2008. NGO Policy Change in Relation to Donor Discourse. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
9. Uetimane Junior, E. 2008. Anatomical and Drying Features of Lesser Known Wood Species from Mozambique. Licentiate thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
10. Eriksson, L., Gullberg, T. & Woxblom, L. 2008. Skogsbruksmetoder för privatskogsbrukaren. *Forest treatment methods for the private forest owner*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
11. Eriksson, L. 2008. Åtgärdsbeslut i privatskogsbruket. *Treatment decisions in privately owned forestry*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
12. Lönnstedt, L. 2009. *The Republic of South Africa's Forests Sector*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
13. Blicharska, M. 2009. *Planning processes for transport and ecological infrastructures in Poland – actors' attitudes and conflict*. Licentiate thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
14. Nylund, J-E. 2009. *Forestry legislation in Sweden*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
15. Björklund, L., Hesselman, J., Lundgren, C. & Nylinder, M. 2009. Jämförelser mellan metoder för fastvolymbestämning av stockar. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
16. Nylund, J-E. 2010. *Swedish forest policy since 1990 – reforms and consequences*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
17. Eriksson, L., m.fl. 2011. Skog på jordbruksmark – erfarenheter från de senaste decennierna. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
18. Larsson, F. 2011. Mätning av bränsleved – Fastvolym, torrhalt eller vägning? Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
19. Karlsson, R., Palm, J., Woxblom, L. & Johansson, J. 2011. Konkurrenskraftig kundanpassad affärsutveckling för lövträ - Metodik för samordnad affärs- och teknikutveckling inom leverantörskedjan för björkämnen. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

## **Examensarbeten/Master Thesis**

1. Stangebye, J. 2007. Inventering och klassificering av kvarlämnad virkesvolym vid slutavverkning. *Inventory and classification of non-cut volumes at final cut operations*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
2. Rosenquist, B. 2007. Bidragsanalys av dimensioner och postningar – En studie vid Vida Alvesta. *Financial analysis of economic contribution from dimensions and sawing patterns – A study at Vida Alvesta*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
3. Ericsson, M. 2007. En lyckad affärsrelation? – Två fallstudier. *A successful business relation? – Two case studies*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
4. Ståhl, G. 2007. Distribution och försäljning av kvalitetsfuru – En fallstudie. *Distribution and sales of high quality pine lumber – A case study*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
5. Ekholm, A. 2007. Aspekter på flyttkostnader, fastighetsbildning och fastighetstorlekar. *Aspects on fixed harvest costs and the size and dividing up of forest estates*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

6. Gustafsson, F. 2007. Postningsoptimering vid sönderdelning av fura vid Sätters Ångsåg. *Saw pattern optimising for sawing Scots pine at Sätters Ångsåg*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
7. Götherström, M. 2007. Följdeffekter av olika användningssätt för vedråvara – en ekonomisk studie. *Consequences of different ways to utilize raw wood – an economic study*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
8. Nashr, F. 2007. *Profiling the strategies of Swedish sawmilling firms*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
9. Högsborn, G. 2007. Sveriges producenter och leverantörer av limträ – En studie om deras marknader och kundrelationer. *Swedish producers and suppliers of glulam – A study about their markets and customer relations*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
10. Andersson, H. 2007. *Establishment of pulp and paper production in Russia – Assessment of obstacles*. Etablering av pappers- och massaproduktion i Ryssland – bedömning av möjliga hinder. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
11. Persson, F. 2007. Exponering av trägolv och lister i butik och på mässor – En jämförande studie mellan sport- och bygghandeln. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
12. Lindström, E. 2008. En studie av utvecklingen av drivningsnettot i skogsbruket. *A study of the net conversion contribution in forestry*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
13. Karlhager, J. 2008. *The Swedish market for wood briquettes – Production and market development*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
14. Höglund, J. 2008. *The Swedish fuel pellets industry: Production, market and standardization*. Den Svenska bränslepelletsindustrin: Produktion, marknad och standardisering. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
15. Trulsson, M. 2008. Värmebehandlat trä – att inhämta synpunkter i produktutvecklingens tidiga fas. *Heat-treated wood – to obtain opinions in the early phase of product development*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
16. Nordlund, J. 2008. Beräkning av optimal batchstorlek på gavelspikningslinjer hos Vida Packaging i Hestra. *Calculation of optimal batch size on cable drum flanges lines at Vida Packaging in Hestra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
17. Norberg, D. & Gustafsson, E. 2008. *Organizational exposure to risk of unethical behaviour – In Eastern European timber purchasing organizations*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
18. Bäckman, J. 2008. Kundrelationer – mellan Setragroup AB och bygghandeln. *Customer Relationship – between Setragroup AB and the DIY-sector*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
19. Richnau, G. 2008. *Landscape approach to implement sustainability policies? - value profiles of forest owner groups in the Helgeå river basin, South Sweden*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
20. Sokolov, S. 2008. *Financial analysis of the Russian forest product companies*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
21. Färlin, A. 2008. *Analysis of chip quality and value at Norske Skog Pisa Mill, Brazil*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
22. Johansson, N. 2008. *An analysis of the North American market for wood scanners*. En analys över den Nordamerikanska marknaden för träscanners. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
23. Terzieva, E. 2008. *The Russian birch plywood industry – Production, market and future prospects*. Den ryska björkplywoodindustrin – Produktion, marknad och framtida utsikter. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
24. Hellberg, L. 2008. Kvalitativ analys av Holmen Skogs internprissättningsmodell. *A qualitative analysis of Holmen Skogs transfer pricing method*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
25. Skoglund, M. 2008. Kundrelationer på Internet – en utveckling av Skandias webbplats. *Customer relationships through the Internet – developing Skandia's homepages*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
26. Hesselman, J. 2009. Bedömning av kunders uppfattningar och konsekvenser för strategisk utveckling. *Assessing customer perceptions and their implications for strategy development*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
27. Fors, P.-M. 2009. *The German, Swedish and UK wood based bio energy markets from an investment perspective, a comparative analysis*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
28. Andræ, E. 2009. *Liquid diesel biofuel production in Sweden – A study of producers using forestry- or agricultural sector feedstock*. Produktion av förnyelsebar diesel – en studie av producenter av biobränsle från skogs- eller jordbrukssektorn. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
29. Barrstrand, T. 2009. Oberoende aktörer och Customer Perceptions of Value. *Independent actors and Customer Perception of Value*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala



30. Fälldin, E. 2009. Påverkan på produktivitet och produktionskostnader vid ett minskat antal timmerlängder. *The effect on productivity and production cost due to a reduction of the number of timber lengths*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
31. Ekman, F. 2009. Stormskadornas ekonomiska konsekvenser – Hur ser försäkringsersättningsnivåerna ut inom familjeskogsbruket? *Storm damage's economic consequences – What are the levels of compensation for the family forestry?* Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
32. Larsson, F. 2009. Skogsmaskinföretagarnas kundrelationer, lönsamhet och produktivitet. *Customer relations, profitability and productivity from the forest contractors point of view*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
33. Lindgren, R. 2009. Analys av GPS Timber vid Rundviks sågverk. *An analysis of GPS Timber at Rundvik sawmill*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
34. Rådberg, J. & Svensson, J. 2009. Svensk skogsindustris framtida konkurrensfördelar – ett medarbetarperspektiv. *The competitive advantage in future Swedish forest industry – a co-worker perspective*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
35. Franksson, E. 2009. Framtidens rekrytering sker i dag – en studie av ingenjörsstudenters uppfattningar om Södra. *The recruitment of the future occurs today – A study of engineering students' perceptions of Södra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
36. Jonsson, J. 2009. *Automation of pulp wood measuring – An economical analysis*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
37. Hansson, P. 2009. *Investment in project preventing deforestation of the Brazilian Amazonas*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
38. Abramsson, A. 2009. Sydsvenska köpsågverksstrategier vid stormtimmerlagring. *Strategies of storm timber storage at sawmills in Southern Sweden*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
39. Fransson, M. 2009. Spridning av innovationer av träprodukter i byggvaruhandeln. *Diffusion of innovations – contrasting adopters views with non adopters*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
40. Hassan, Z. 2009. *A Comparison of Three Bioenergy Production Systems Using Lifecycle Assessment*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
41. Larsson, B. 2009. Kundens uppfattade värde av svenska sågverksföretags arbete med CSR. *Customer perceived value of Swedish sawmill firms work with CSR*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
42. Raditya, D. A. 2009. *Case studies of Corporate Social Responsibility (CSR) in forest products companies - and customer's perspectives*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
43. Cano, V. F. 2009. *Determination of Moisture Content in Pine Wood Chips*. Bachelor Thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
44. Arvidsson, N. 2009. Argument för prissättning av skogsfastigheter. *Arguments for pricing of forest estates*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
45. Stjernberg, P. 2009. Det hyggesfria skogsbruket vid Yttringe – vad tycker allmänheten? *Continuous cover forestry in Yttringe – what is the public opinion?* Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
46. Carlsson, R. 2009. *Fire impact in the wood quality and a fertilization experiment in Eucalyptus plantations in Guangxi, southern China*. Brandinverkan på vedkvaliteten och tillväxten i ett gödselexperiment i Guangxi, södra Kina. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
47. Jerenius, O. 2010. Kundanalys av tryckpappersförbrukare i Finland. *Customer analysis of paper printers in Finland*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
48. Hansson, P. 2010. Orsaker till skillnaden mellan beräknad och inmätt volym grot. *Reasons for differences between calculated and scaled volumes of tops and branches*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
49. Eriksson, A. 2010. *Carbon Offset Management - Worth considering when investing for reforestation CDM*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
50. Fallgren, G. 2010. På vilka grunder valdes limträleverantören? – En studie om hur Setra bör utveckla sitt framtida erbjudande. *What was the reason for the choice of glulam deliverer? -A studie of proposed future offering of Setra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
51. Ryno, O. 2010. Investeringskalkyl för förbättrat värdeutbyte av furu vid Krylbo sågverk. *Investment Calculation to Enhance the Value of Pine at Krylbo Sawmill*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
52. Nilsson, J. 2010. Marknadsundersökning av färdigkapade produkter. *Market investigation of pre cut lengths*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
53. Mörner, H. 2010. Kundkrav på biobränsle. *Customer Demands for Bio-fuel*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

54. Sunesdotter, E. 2010. Affärsrelationers påverkan på Kinnarps tillgång på FSC-certifierad råvara. *Business Relations Influence on Kinnarps' Supply of FSC Certified Material*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
55. Bengtsson, W. 2010. Skogsfastighetsmarknaden, 2005-2009, i södra Sverige efter stormarna. *The market for private owned forest estates, 2005-2009, in the south of Sweden after the storms*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
56. Hansson, E. 2010. Metoder för att minska kapitalbindningen i Stora Enso Bioenergis terminallager. *Methods to reduce capital tied up in Stora Enso Bioenergy terminal stocks*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
57. Johansson, A. 2010. Skogsallmänningars syn på deras bankrelationer. *The commons view on their bank relations*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
58. Holst, M. 2010. Potential för ökad specialanpassning av trävaror till byggföretag – nya möjligheter för träleverantörer? *Potential for greater customization of the timber to the construction company – new opportunities for wood suppliers?* Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
59. Ranudd, P. 2010. Optimering av råvaruflöden för Setra. *Optimizing Wood Supply for Setra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
60. Lindell, E. 2010. Rekreation och Natura 2000 – målkonflikter mellan besökare och naturvård i Stendörrens naturreservat. *Recreation in Natura 2000 protected areas – visitor and conservation conflicts*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
61. Coletti Pettersson, S. 2010. Konkurrentanalys för Setragroup AB, Skutskär. *Competitive analysis of Setragroup AB, Skutskär*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
62. Steiner, C. 2010. Kostnader vid investering i flisaggregat och tillverkning av pellets – En komparativ studie. *Expenses on investment in wood chipper and production of pellets – A comparative study*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
63. Bergström, G. 2010. Bygghandelns inköpsstrategi för träprodukter och framtida efterfrågan på produkter och tjänster. *Supply strategy for builders merchants and future demands for products and services*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
64. Fuente Tomai, P. 2010. *Analysis of the Natura 2000 Networks in Sweden and Spain*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
65. Hamilton, C-F. 2011. Hur kan man öka gallringen hos privata skogsägare? En kvalitativ intervjustudie. *How to increase the thinning at private forest owners? A qualitative questionnaire*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
66. Lind, E. 2011. Nya skogsbaserade material – Från Labb till Marknad. *New wood based materials – From Lab to Market*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
67. Hulusjö, D. 2011. Förstudie om e-handel vid Stora Enso Packaging AB. *Pilot study on e-commerce at Stora Enso Packaging AB*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
68. Karlsson, A. 2011. Produktionsekonomi i ett lövsågverk. *Production economy in a hardwood sawmill*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
69. Bränngård, M. 2011. En konkurrensanalys av SCA Timbers position på den norska bygghandelsmarknaden. *A competitive analyze of SCA Timbers position in the Norwegian builders merchant market*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
70. Carlsson, G. 2011. Analysverktyget Stockluckan – fast eller rörlig postning? *Fixed or variable tuning in sawmills? – an analysis model*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
71. Olsson, A. 2011. Key Account Management – hur ett sågverksföretag kan hantera sina nyckelkunder. *Key Account Management – how a sawmill company can handle their key customers*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
72. Andersson, J. 2011. Investeringsbeslut för kraftvärmeproduktion i skogsindustrin. *Investment decisions for CHP production in The Swedish Forest Industry*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
73. Bexell, R. 2011. Hög fyllnadsgrad i timmerlagret – En fallstudie av Holmen Timbers sågverk i Braviken. *High filling degree in the timber yard – A case study of Holmen Timber's sawmill in Braviken*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala